

장기인구전망 모형 구축

- 2019. 9. -

이 연구는 국회예산정책처의 연구용역사업으로 수행된 것으로서,
보고서의 내용은 연구용역사업을 수행한 연구자의 개인 의견이며,
국회예산정책처의 공식 견해가 아님을 알려드립니다.

연구책임자

경희대학교 김현식

장기인구전망 모형 구축

2019년 9월

연구책임자 김현식 (경희대학교 사회학과)

공동연구원 유삼현 (동국대학교 사회학과)

연구보조원 안재혁 (경희대학교 사회학과)

이 연구는 국회예산정책처의 연구용역사업으로 수행된 것으로서,
본 연구에서 제시된 의견이나 대안 등은 국회예산정책처의 공식
의견이 아니라 본 연구진의 개인 의견임



국회예산정책처
National Assembly Budget Office

요 약

1. 연구 개요

- 통계청에서 생산하는 장래인구추계는 상주 개념에 근거하여 작성되지만, 국회의 예·결산 심의의 근간이 되는 것은 내국인이므로 내·외국인 분리 추계가 필요
- 급변하는 출산율, 사망률, 인구이동의 변화로 현실 설명력이 높은 인구전망 모형 구축이 필요
 - 통계청의 출산율 추계는 코호트 완결 출산율을 추계한 다음 기간 출산율로 전환하고 있으나, 급변하는 출산율 변화를 반영하기 위해 기간 출산율을 직접적으로 모형화 할 필요가 있음
 - 사망률 추계에 있어 Li-Lee-Gerland모형(Li, Lee, & Gerland, 2013)을 한국 상황에 적용할 때 장단점을 살펴볼 필요가 있음
 - 국제이동율을 추계하고 적용할 때, 연앙인구가 외국인을 포함하는 상주인구의 개념에서 내국인으로 좁혀진다면 이에 맞게 순이동율을 추계하고 적용할 필요가 있음

2. 추계 자료

- 중앙선거관리위원회에서 발간한 19대 대선 시 국외부재자수와 행정안전부의 주민등록 인구통계를 이용하여 국외거주 내국인의 비율을 추정하고, 통계청의 주민등록연앙인구 자료에 적용하여 1993년부터 2017년까지 내국인 연앙인구를 확정
 - 이렇게 추정한 연앙인구와 통계청의 2000년 이후 연앙인구를 비교하면 2010년 이후 내국인의 연앙인구가 통계청의 연앙인구보다 적어 외국인 부분을 제외한 효과가 나타나지만 그 이전에는 통계청의 연앙인구가 더 적은 것으로 나타나 상식과 어긋나는 결과가 발생
 - 이러한 문제는 통계청의 연앙인구를 등록센서스 기반 자료로 전환하는 과정에서 2000년 이전 자료는 아무런 보정없이, 등록센서스보다 과소추계된 조사센서스 자료를 사용한 연앙인구를 활용하기 때문으로 추측됨
- 국외거주 내국인의 비와 행정안전부의 재외국민 수의 2016년 및 2017년의 평균 비를 적용하여 재외 내국인을 추계
- 모의 각세별 출생아 수는 통계청의 1993년 이후 출생아수에서 2010년 및 2015년 인구주택총조사 마이크로데이터 자료를 활용하여 얻은 0세 한국인 중 외국출생비율 0.3%를 제외
- 사망자 수는 통계청의 인구동향조사 중 2000년 이후 100+로 되어 있는 각세별 자료 활용

- 내국인 국제인구통계는 통계청 국제인구이동통계를 활용
- 출산율에 영향을 주는 요인으로 20-40세 여자의 유배우자 비율, 주당평균노동시간, 아파트 매매 가격지수를 측정하였으며, 사망률에 영향을 주는 요인으로 25-64세 전문대학 이상 학력 소유자 비율과 사회복지재정규모를 측정

3. 코호트 요인법

- 생명표 작성과 코호트 요인법에 대한 간략한 서술 제시

4. 출산율 추계

- 로그이차함수모형(LL모형), Peristera-Kostaki모형(PK모형), 일반화로그감마모형(GLG모형)으로 출산율 추계
- 각 모형의 모수를 선형으로 추계하였으며, 20-40세 여자의 유배우자 비율, 주당평균노동시간, 아파트 매매가격지수라는 설명 변수를 고려한 모형도 적용
- PK모형이 적합도가 가장 높았으나 2067년 합계출산율 추계가 2를 넘어서는 결과를 보였으며, 일반화로그감마모형도 적합도가 높았으나 2067년 거의 0에 도달
- 변수를 고려한 일반화로그감마모형의 경우 적합도도 높고 2067년 약 1.2정도의 합계출산율을 보여 가장 현실에 근접한 시나리오로 판단됨

5. 사망률 추계

- Li-Lee-Gerland(2013)모형을 활용하여 추계하였으며, 25-64세 전문대학 이상 학력 소유자 비율과 사회복지재정규모라는 설명 변수를 고려한 모형과 그렇지 않은 모형으로 추계
- 설명 변수를 사용하지 않았을 경우, 2067년 남자의 기대수명은 92.7, 여자의 기대수명은 95.9년으로 나타났으며, 설명 변수를 사용하면, 각각 90.7, 96.9로 나타남

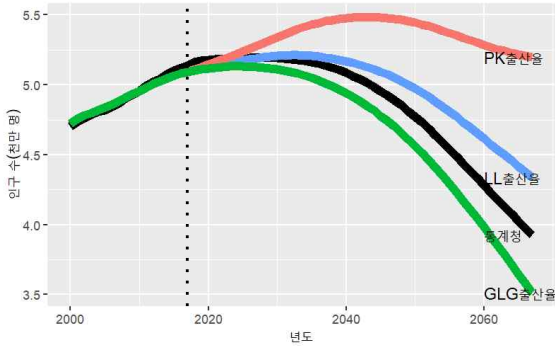
6. 국제이동 추계

- 통계청의 국제이동 추계방법을 적용하여, 2011년부터 2017년까지 국제인구이동율을 구한 다음 이 중 최댓값과 최솟값을 빼고 나머지 5개년도의 평균을 구하여 국제인구이동율을 사용

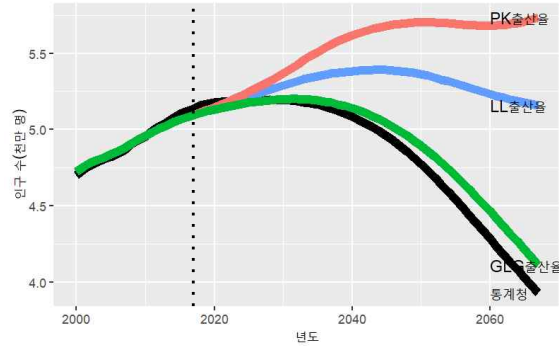
7. 추계 결과

- 설명 변수를 고려했을 경우와 그렇지 않았을 경우의 출산율 추계 방법에 따른 추계 결과를 제시

설명 변수 제외



설명 변수 활용



- 모든 시나리오에서 해외 거주 한국인은 줄어드는 것으로 나타났으며, 설명 변수를 고려하고 GLG출산모형을 적용했을 때 2065년 15만보다 적어지는 것으로 추계됨

8. 외국인 장래인구추계

- 외국인 인구추계를 위해 자료 분석 결과, 한국인의 출산율에 0.053을 곱하고, 사망률은 동일하게 적용하며, 국제이동은 통계청의 국제이동 추계를 적용하는 것이 적절하다는 결론 도출
- 모든 가정 및 방법에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 2067년 250만명을 약간 웃도는 수준으로 추계됨

9. 시사점 및 향후 연구 방향

- 외국인 인구추계를 위해 자료 분석 결과, 한국인의 출산율에 0.053을 곱하고, 사망률은 동일하게 적용하며, 국제이동은 통계청의 국제이동 추계를 적용하는 것이 적절하다는 결론 도출

차 례

1. 연구 개요	1
가. 연구 목적	1
나. 기대효과	3
다. 활용방안	3
2. 추계 자료	4
가. 국내거주 내국인 연앙인구	4
나. 재외국민 수	8
다. 모의 각세별 출생아 수	9
라. 각세별 사망자 수	11
마. 내국인 국제인구이동통계	13
바. 성비	14
사. 출산율과 사망률 관련 변수	14
3. 코호트 요인법(cohort components method)	18
가. 개요	18
나. 방법	18
4. 출산율 추계	26
가. 문헌 검토	26
나. 추계 모형	27
다. 추계 결과	35

5. 사망률 추계	38
가. 문헌 검토	38
나. 변수 활용 사망률 추계	40
다. 자료 분석	40
라. 추계 과정 및 결과	42
6. 국제이동 추계	47
가. 문헌 검토	47
나. 자료 분석	47
다. 추계 모형	49
라. 추계 결과	49
7. 추계 결과	51
8. 외국인 장래인구추계	55
가. 외국인 인구의 추정과 장래인구추계	55
나. 외국인 인구의 추정·추계방법	56
다. 국내 선행연구	57
라. 국내 외국인 인구 자료	58
마. 외국인 인구추계방법	59
바. 추계 결과	69
9. 시사점 및 향후 연구 방향	73
참고문헌	81

표 차례

<표 2.1> 2017년 4월 15일 주민등록인구 거주자 및 선거인명부상 국외부재자	6
<표 2.2> 연도별 분석대상 및 분석미대상 출생아수 분포	10
<표 2.3> 2010년 및 2015년 인구주택총조사의 연령별 외국출생 분포	11
<표 2.4> 연도별 연령기록과 연령미상 사망자 수	12
<표 2.5> 연도별 연령기록과 연령미상 내국인 출입국자 수	13
<표 3.1> 2017년 남자의 생명표	19
<표 4.1> 로그 이차함수 모형의 모수 추정값	29
<표 4.2> PK 모형의 모수 추정값	31
<표 4.3> 일반화 로그감마 모형의 모수 추정값	33
<표 4.4> 모수에 대한 회귀분석 결과	35
<표 4.5> 세 모형의 적합도	37
<표 5.1> 모수에 대한 회귀분석 결과	40
<표 8.1> 인구센서스에 집계된 외국인 인구	60
<표 8.2> 연령별 누적인구 비율과 변환과정: 남성	63
<표 8.3> 연령별 누적인구 비율과 변환과정: 여성	64
<표 8.4> 동거자녀추정법에 기초한 해외 국적 여성의 출생률 추정	65
<부표 1> 2017년 외국인 연령별 인구의 추정: 남성	75
<부표 1> 2017년 외국인 연령별 인구의 추정: 여성	78

그림 차례

<그림 2.1> 통계청의 연앙인구와 국내거주 내국인 추계값	7
<그림 2.2> 연령별 재외국민 수 연앙인구	8
<그림 2.3> 연령별 국내거주 국민 수 대비 재외국민 수의 비	9
<그림 2.4> 여아 1명당 남아 출생아 수 비	14
<그림 2.5> 20-40세 여성의 유배우자 비율	15
<그림 2.6> 주당 평균노동시간	15
<그림 2.7> 20-40세 여성의 유배우자 비율	16
<그림 2.8> 25-64세 전문대 이상 인구비율	16
<그림 2.9> 사회복지지출재정규모(단위: 조)	16
<그림 3.1> 코호트요인법	22
<그림 4.1> 선행 연구의 출산력 추계 결과	27
<그림 4.1> 연령별 출산율의 변화	28
<그림 4.3> λ 추정값과 선형 추계	34
<그림 4.4> 출산율 추계 결과: 합계출산율	35
<그림 4.5> 연령별 출산율의 추계 결과	36
<그림 5.1> 성별 10세 연령별 로그 사망률의 변화	41
<그림 5.2> 성별 연령별 로그 사망률의 몇몇 연도별 변화	41
<그림 5.3> 성별 관찰 기대수명 및 추계 기대수명	42
<그림 5.4> 추정 $B(x,t)$	43
<그림 5.5> 추정 $K(t,i)$	43
<그림 5.6> 성별 10세 연령별 로그 사망률의 변화	45
<그림 5.7> 성별 연령별 로그 사망률의 몇몇 연도별 변화	46
<그림 6.1> 연령별 내국인 국제순이동	48
<그림 6.2> 내국인 국제순이동률 추계 값	49
<그림 8.1> 인구센서스에 수록된 외국인의 성 및 연령별 인구	60

<그림 8.2> 5세 간격 연령별 누적인구 비율의 변환값 비교: 남성	63
<그림 8.3> 5세 간격 연령별 누적인구 비율의 변환값 비교: 여성	64
<그림 8.4> 국내 해외 국적 여성의 해외 국적 자녀 연령별 출생률	66
<그림 8.5> 외국인의 국제순이동, 입국과 출국 ⁵³	68
<그림 8.6> 외국인의 성 및 연르여별 국제 순이동, 2017	69

1. 연구 개요

가. 연구 목적

(1) 국회의 예·결산 심의와 국회예산정책처의 재정전망 등에 활용할 수 있는 국회예산정책처 자체의 인구추계 모형 개발 필요성 증대

(가) 5년 주기 통계청 장래인구추계(통계청, 2017a, 2017b)는 매년 실시되는 다음연도 예산안 심의의 참고자료로 한계가 있으므로 1년 주기 인구전망이 필요

□ 2005년 1.085였던 합계출산율이 2015년 1.239로 반등하는 듯 보였다 2018년 0.97로 하락하는 등(통계청, 2019a) 출산율이 급변하고 있는 현실에서 4~5년전 출산율 전망에 기반한 추계 자료는 현실성이 매우 떨어짐

□ 국제 이동이 매우 활발해지고 있으나 국제결혼, 특히 결혼이민여성의 수가 감소하고 있는 상황에서 이러한 변동을 고려하여 새로운 전망치를 작성할 필요가 있음

○ 일례로 2005년 약 3만 건에 달했던 외국인 여성과 한국인 남성의 혼인 건 수가 2018년에는 거의 절반인 약 16,000건으로 줄어들었음

(나) 통계청의 추계는 내·외국인에 대한 구분 없이 상주 개념에 근거하여 작성되고 있으나 재정전망에 있어 수입과 지출의 주요 대상은 내국인이 되므로 내·외국인에 대한 분리 추계 필요

□ 기초연금 재정전망 등 사회보장재정 전망시 내국인 인구추계가 필요

○ 미국 사회보장청은 사회보장 재정추계를 위해 ‘사회보장 적용인구’를 자체 추계하여 사용하고 있으며, 한국 또한 이러한 추계가 필요

○ 하지만 사회보장청의 인구추계 방법은 micro-simulation을 활용한 방법이므로 이 연구에서 연구의 대상이 되지는 않을 것임(Smith & Favreault, 2013)

(2) 최근 초저출산 현상과 급속한 사망률 개선 및 유동적인 국제 이동을 반영한 현실설명력이 높은 인구전망 모형 구축 필요

(가) 인구학에서 인구추계는 코호트 요인법(cohort components method)으로 작성되고 있으며, 이는 국제적인 기준이지만, 코호트 수와 코호트의 특정 년도 수를 추계하는데 필요한 출산율, 사망률, 인구 이동에 대해서는 다양한 모형이 있음(우해봉 et al., 2016; 전

광희·김태현·조영태, 2005; 통계청, 2017a, 2017b; Caswell, 2001; Preston, Heuveline, & Guillot, 2001)

(나) 통계청의 출산력 추계는 시계열 모형을 사용하여 코호트 완결 출산율을 추계한 다음 일반화로그감마모형(generalized log gamma model)을 활용하여 특정 연도의 연령별 출산율을 분배하고 특정 연도의 다양한 연령별 출산율을 더하여 합계출산율을 추계함

- 이러한 방법은 코호트 완결 출산율은 기간출산율에 비해 안정적이라는 장점이 있는 반면 직접적으로 연령별 기간출산율을 추계하는 것에 비해 한 단계를 더 거쳐야하기 때문에 결과값에서 보여지지 않는 불확실성을 높이는 단점이 있음
- 또한 통계청은 2045년 이후 연령별 출산율이 일정할 것이라는 가정을 함으로써 현재까지의 경향을 미래로 연장하는 projection의 의의를 약화시키고 있음
- 이러한 평가에 기반하여 수리적 모형으로 연령별 기간출산율을 추계하되 특정한 수준에서 멈추지 않고 50년동안 그 경향이 꾸준히 이어진다고 가정하는 추계 방법을 모색해 볼 필요가 있음(박유성·김미리·김성용, 2013)

(다) 통계청의 사망력 추계는 연령별 로그사망율이 선형적으로 변한다는 가정에 기초한 모형인 Lee-Carter모형을 변형하여 집단간 공통된 사망률을 예측하고, 이에 이어 설명되지 않은 집단별 사망률을 다시 한번 예측하는 Li-Lee 모형에 기초하고 있음(Lee & Carter, 1992; Li & Lee, 2005)

- Li-Lee 모형은 집단별 사망률을 추계하는 좋은 방법으로 널리 사용되고 있으나, 연령별 사망률의 변화 속도가 다르다는, 이른바 rotation 문제를 충분히 감안하지는 못하고 있음(김현식·계봉오·김현대, 2016)
- 이에 대한 대처로 2016년 추계에서는 rotation 문제를 개선한 Li-Lee-Gerland 모형을 도입하였음(Li, Lee, & Gerland, 2013)
- 또한 통계청의 사망률 추계는 지나치게 비관적이다, 다시 말해, 장래 사망률 하락이 현재의 하락 속도를 충분히 반영하지 못하고 있다는 비판들이 있음(김현식·우해봉·안재혁, 2017)

(라) 통계청의 국제 이동 추계는 내국인과 외국인에 따라 달라지는데, 내국인의 경우 최근 5년 평균 순이동률을 적용하고 있으며, 외국인의 경우 2029년까지 외국인 정책계획상 체류외국인 증가 규모 전망 대비 국제순이동 실적 수준(2005~2015년 평균 70%)을 사용

하고 2030년 이후는 3만명의 유입자가 있을 것으로 전망

- 통계청에서 국제이동율을 추계하여 적용하고 있는 부분이 있어, 이를 적용할 때, 연안 인구가 내국인으로 달라지면 새로운 국제 이동률을 추정하여 적용할 필요

나. 기대효과

- (1) 통계청의 5년 주기 장래인구추계를 기다리거나 3-4년 전 상황에 기반한 추계 결과를 사용하기보다 최근의 인구변화 경향을 반영하는 추계를 사용함으로써 현실적합적인 재정전망을 진행할 수 있을 것임
- (2) 무엇보다 상주 인구에 기반한 추계가 아닌 내국인과 외국인을 분리하는 추계를 진행하여, 장단기재정전망에 필요한 표적인구의 향후 변동을 예측함으로써 보다 적절한 정책형성 및 결정에 적절한 정보를 제공
- (3) 통계청의 추계 방식을 그대로 답습하지 않고 여러 인구 모수들에서 새로운 추계 방법을 시도하여 결과를 비교해 봄으로써 새로운 방법들의 장단점을 파악할 수 있고, 그 기반위에서 보다 한국의 상황에 적합한 추계 기법을 개발하는데 공헌
- (4) 외국인의 출산율 및 사망률 자료를 축적하여 이 분야에 대한 연구를 촉진시킬 수 있으며, 부족한 자료가 있으면 생산해야할 자료 목록을 만들어 향후 연구 방향을 제시하고 새로운 자료 수집을 활성화할 수 있음

다. 활용방안

- (1) 기초연금 재정전망 등 사회보장재정 전망시 기초 자료로 활용
- (2) 연구 과정에서 축적하는 외국인의 출산율과 사망률은 다양한 정책 형성, 예를 들어, 다문화가족 지원 방안의 기초 자료로 활용할 수 있음
- (3) 향후 국회예산정책처의 추계 모형 개발의 초기 모형으로 활용

2. 추계 자료

가. 국내거주 내국인 연앙인구

(1) 행정안전부 주민등록 인구통계 (연령별 인구현황 <http://27.101.213.4/#>)

- 행정안전부에서 공표하는 주민등록 인구통계는 매월 말일 기준으로 작성하며 다음과 같은 하위 인구로 이루어져 있음
 - 전체: 외국인을 제외하고 “거주자”, “거주불명자”, “재외국민”이 모두 포함된 자료
 - 거주자: 거주지가 분명한 사람 (재외국민 제외)
 - 거주불명자: 거주사실이 불분명하여 거주불명으로 등록된 사람 (2010년 10월부터 통계에 포함)
 - 재외국민: 외국의 영주권을 취득한 (영주목적으로 외국거주 포함) 대한민국 국민으로 주민등록을 한 사람 (2015년 1월부터 통계에 포함)

(2) 통계청 주민등록연앙인구 자료 (kosis.kr)

- 통계청의 주민등록연앙인구는 행정부 자료를 가공하여 제공하고 있으며, 행정안전부 거주자 자료의 인근 두 년도 수를 2로 나눈 수치와 거의 일치하여 2018년의 경우 1~2명의 오차가 발생
- 행정안전부 자료를 사용할 수도 있으나 행정안전부 자료는 2008년 이후 자료만을 제공하고 있으므로 더 많은 년도별 자료를 사용할 수 있는 통계청 자료를 사용
- 1993년부터 자료가 각세별로 가용하며 1995년까지는 80+, 1996년부터 1999년까지는 85+, 2000년 이후 자료부터 100+로 제공됨
- 2018년 자료까지 공표가 되어 있으나 사망자 자료가 2017년까지 되어 있어 연앙인구 자료도 2017년까지 사용하며, 연령의 경우 1993년부터 사용하기 위해 80세를 최상한 연령으로 처리
- 통계청 주민등록연앙인구 자료는 유학생이나 해외파견자 등의 국외거주자들을 모두 포함하고 있는 것으로 파악되므로 국내거주 국민들을 대상으로 추계하기 위해서 이들을 제외할 필요가 있음

(3) 중앙선거관리위원회 자료 (중앙선거관리위원회, 2017)

- 19대 대선에서 재외선거인 신청을 한 유권자의 비율을 파악한 후 당시 인구에서 이 비율만큼을 제외하여 통계청 주민등록연앙인구를 보정하고자 함
- 19대 대선은 2017년 5월 9일 시행하였으며, 대통령선거에서는 선거일 전 28일(선거인 명부작성기준일) 현재로 관할구역에 주민등록이 되어 있는 선거권자를 선거인명부에 등재하므로, 2017년 4월 11일부터 4월 15일까지 5일간 등록되어 있는 국민을 대상으로 선거인명부 작성
- 이때 국내에 거주하지 않는 유권자들을 대상으로 재외선거인과 국외부재자 신고·신청을 받아 재외국 선거인명부 작성
 - 재외선거인: 국내에 주민등록이 되어 있지 않고 국내거소신고도 하지 않은 사람
 - 국외부재자: 국내에 주민등록이 되어 있는 사람으로서, 사전투표기간 개시일 전에 출국해 선거일 후에 귀국이 예정되어 있거나 외국에 머물거나 거주하여 선거일까지 귀국하지 않을 사람
- 2017년 5월 9일 시행한 제 19대 대통령선거총람 1,186쪽에 따르면 재외국 선거인명부에 등록된 총수는 294,633명이며 재외선거인은 47,297명이고 국외부재자가 247,336명임
- 이 중 재외선거인은 국내에 주민등록이 되어 있지 않으므로 통계청의 주민등록연앙인구에서 제외할 필요가 없으나 국외부재자는 국내에 주민등록이 되어 있는 사람이므로 제외할 필요가 있음
- 통상 상주인구의 개념은 15일을 일정한 장소에 머무르는 것으로 조작적 정의를 하기 때문에(권태환·김두섭, 2011), 국외부재자 모두를 국외에 상주하는 국민으로 보아도 크게 무리는 없을 것으로 판단됨
- 하지만 국외부재자 수는 국외부재자의 신고에 의존한 면이 크기 때문에 국외부재자가 과소추정되었을 가능성이 있으므로 향후 이 과소추정을 해소할 방안을 모색할 필요가 있음

(4) 국내거주 내국인 연앙인구 확정 방법

- 19대 대선 당시 기준이 되는 주민등록인구에서 국외부재자 신고를 한 유권자의 비율을 파악한 후 이 비율만큼을 제외하여 통계청 주민등록연앙인구를 보정하고자 함
- 이를 위해 행정안전부 웹사이트에서 2017년 3월말 주민등록인구 거주자 자료와 4월말 자료를 내려받아 성 및 연령 각세별로 평균을 구하였음

- 다음의 표는 이렇게 구한 거주자 수와 19대 대선 당시 국외부재자 수 및 백분율, 즉 국외부재자/거주자*100의 값을 중앙선거관리위원회의 성 및 연령별 자료에 맞추어 제시하고 있음

<표 2.5> 2017년 4월 15일 주민등록인구 거주자 및 선거인명부상 국외부재자

연령대	남자			여자		
	거주자	국외부재자	%	거주자	국외부재자	%
19	343,984	1,394	0.405	318,769	2,249	0.706
20-24	1,857,821	12,751	0.686	1,649,659	29,188	1.769
25-29	1,688,033	15,939	0.944	1,532,722	21,813	1.423
30-34	1,754,038	16,266	0.927	1,662,175	18,375	1.105
35-39	2,038,481	18,620	0.913	1,968,007	18,793	0.955
40-49	4,377,822	32,852	0.750	4,257,926	28,171	0.662
50-59	4,201,832	13,866	0.330	4,138,618	8,032	0.194
60-69	2,617,363	3,968	0.152	2,758,960	2,559	0.093
70-79	1,416,733	1,364	0.096	1,833,270	799	0.044
80+	478,352	209	0.044	1,044,951	123	0.012
합계	20,774,456	117,229	0.564	21,165,055	130,102	0.615

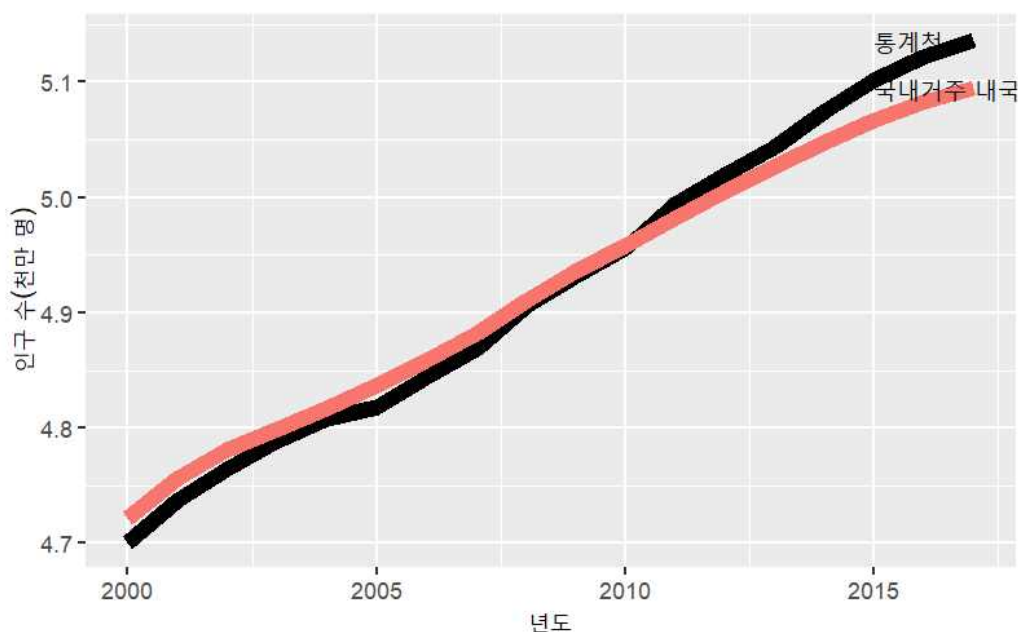
- 위의 표에 맞추어 국내거주 내국인의 연앙인구를 구할 때는 통계청의 주민등록연앙인구에서 각 연령대별로 동일한 만큼의 백분율을 제외
- 18세이하에서는 후술할 출생아수 추정에서 논의하는 것처럼 0세는 0.3%가 외국에서 거주한다고 가정하고, 0세와 19세 백분율의 선형 내삽(linear interpolation)으로 연령별 백분율을 구하여 제외
- 예를 들어, 남자 0세의 경우 주민등록연앙인구에서 0.3%만큼 제외하고, 여자 2세는 $(0.706-0.3)/19*2+0.3\%$ 만큼 제외하며, 여자 85세의 경우 0.012%만큼 제외함
- 80세 이상에서는 80+의 비율을 동일하게 적용

(5) 국내거주 내국인과 통계청 연앙인구 비교

- 다음 그림은 장래 추계를 위한 자료로 사용된 2000년-2017년 국내거주 내국인 연앙인구 추계와 통계청의 연앙인구 추계를 보여줌
- 이 그림을 보면 2015년 전후로는 통계청의 인구가 국내거주 내국인보다 더 많지만, 2010년 이전에는 그 반대의 현상이 나타나고 있음

- 통계청은 상주인구를 기준으로 추계를 하기 때문에 내국인과 외국인이 포함되어 있으나, 이 연구에서는 내국인만을 대상으로 한다는 점을 고려할 때, 2010년 이전에서 통계청의 인구가 국내거주 내국인보다 적게 나오는 것은 일반적인 상식에 부합하지 않음

<그림 2.1> 통계청의 연앙인구와 국내거주 내국인 추계값



- 이러한 불일치가 나타나는 원인에는 두 가지 요인이 있을 것으로 판단됨
 - 2017년 자료를 근거로 작성된 외국거주 내국인의 비율이 과거값에서 과소추정되어 있을 가능성이 있으나, 내국인 국제순이동이 최근에 더 많은 것을 고려할 때 이 부분이 주요한 부분은 아닌 것으로 판단됨
 - 또 다른 요인으로 통계청에서 연앙인구 작성 시 등록센서스 기반 자료로 전환하면서 2000년 이후의 자료만을 보정하였고 그 이전 자료는 등록센서스에 비해 과소추계된 조사센서스 자료를 사용하면서 통계청의 연앙인구가 과소추계되기 때문인 것으로 판단됨
 - 좀 더 상세히 설명하면, 2015년 등록센서스로 전환하면서 등록센서스 추정이 조사센서스에 비해 과도추계하는 경향이 있었음(박유성·김기환·김성용, 2010; 서우석·이명진, 2008)
 - 그런데 2015년 장래인구추계부터 등록센서스 자료를 기반으로 연앙인구가 작성되었

으며, 2015년 이전년도들의 추계 인구를 작성할 때, 2000년까지는 조사센서스 기반으로 작성된 이전 추계 자료들을 지속적으로 사용하였으나 2001년부터 상향 보정하여 2015년의 등록센서스 숫자에 맞추었음

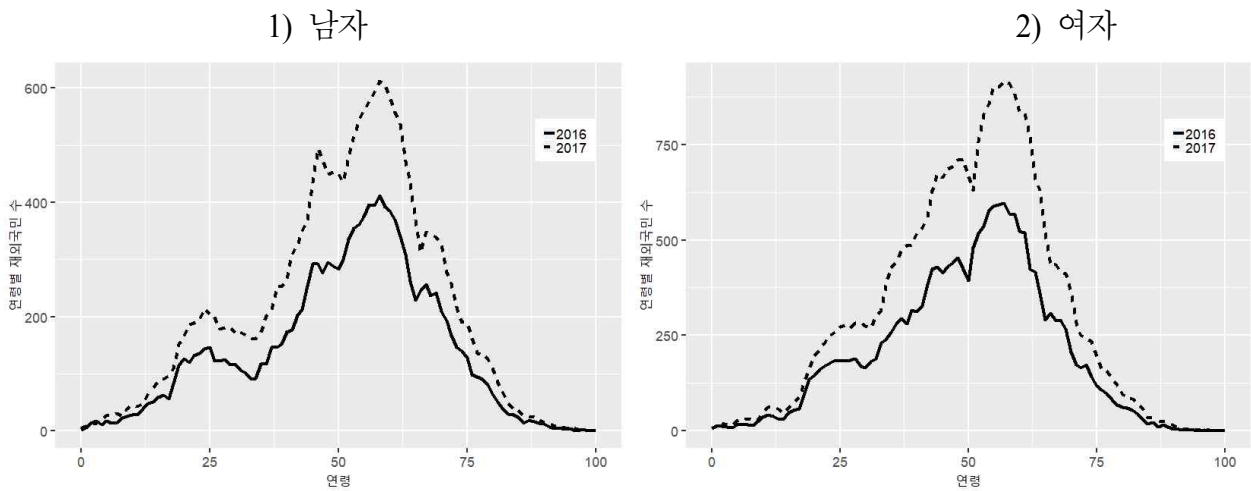
- 그러면서 2000년 이전 자료들은 조사센서스 기반 추계 자료가 그대로 남아있어 등록센서스와 조사센서스의 차이가 남아 있는 것으로 판단됨

나. 재외국민 수

(1) 행정안전부 자료 (연령별 인구현황 <http://27.101.213.4/#>)

- 앞서 밝힌 것처럼, 행정안전부는 재외국민 자료를 공표하고 있어 이 자료를 살펴봄
- 이 또한 연말 기준 재외국민 수를 발표하고 있어 두 인근 연도의 수를 활용하여 연앙인구를 산출

<그림 2.2> 연령별 재외국민 수 연앙인구

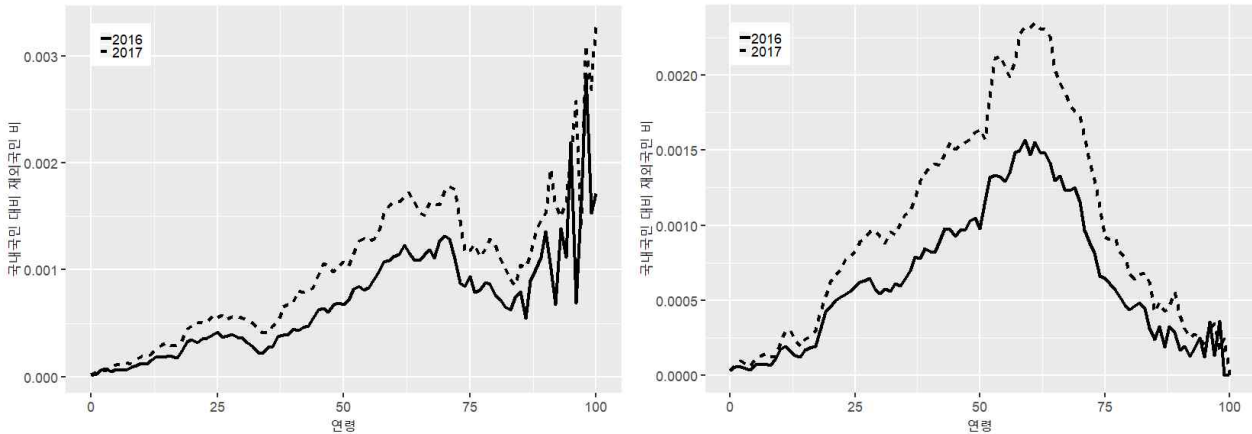


- 다음의 그림에는 국외부재자를 제외한 국내거주 국민 수 대비 재외국민 수의 비를 보여줌

<그림 2.3> 연령별 국내거주 국민 수 대비 재외국민 수의 비

1) 남자

2) 여자



- 향후 재외국민 수 추계는 국내거주 내국인의 연앙인구를 추계하고, 2016년과 2017년의 재외국민 평균 비를 산출한 후 이 평균비에 국내거주 내국인을 구하기 위해 빼준 대선당시 국외부재자 비율을 더하여 비율합을 만들고, 국내거주 내국인의 연앙인구에 이 비율합을 곱하여 산출할 것임

다. 모의 각세별 출생아 수

(1) 통계청 인구동향조사 출생아수 KOSIS 자료

- 통계청에서 수집 및 공표하고 있는 인구동향조사는 “인구동태사건이 발생한 대한민국 국민 중 국내신고자”가 조사모집단이므로 외국에 거주하는 대한민국 국민이 국내에서 신고할 경우 통계에 포함되어 출생아 수가 과도하게 추정될 여지가 있음
- 외국에서 신고하는 경우와 출생자 주소에서 외국으로 입력하는 경우가 있을 수 있으나, 통계청 인구동향과 담당자와의 통화(2019.07.24.)에서는 어떻게 하든 외국에 거주하는 한국국적 부모의 출생아는 모두 부모의 주소지로 신고 후 그 주소지로 등록한다고 하므로, 출생아 수 자료는 국내 출생을 과도하게 집계할 가능성이 큼
- 기준 년도가 10년이 지난 경우 지난 10년 동안 접수한 신고서를 누적 집계하고 10년이 지나지 않은 경우 기준 년도 익년 4월까지 접수된 신고서를 기준으로 집계
- 1981년부터 모의 연령 각세별 자료가 가용하지만 주민등록연앙인구가 1993년부터 가용하기 때문에 1993년부터 2017년 자료 이용
- 전체 출생아 중 모의 연령이 15세~49세인 경우만 이용하기 때문에 이로 인한 문제를 살펴보기 위해 다음의 표에 2000년 이후 분석대상과 미대상의 분포를 제시

<표 2.6> 연도별 분석대상 및 분석미대상 출생아수 분포

연도	전체	분석대상		분석미대상			
		15-49세	백분율	15세미만	50세이상	연령미상	백분율
2000	640,089	637,296	99.6	9	66	2,718	0.4
2001	559,934	557,048	99.5	8	55	2,823	0.5
2002	496,911	495,607	99.7	53	46	1,205	0.3
2003	495,036	493,571	99.7	48	63	1,354	0.3
2004	476,958	475,600	99.7	27	46	1,285	0.3
2005	438,707	437,361	99.7	26	76	1,244	0.3
2006	451,759	450,596	99.7	34	43	1,086	0.3
2007	496,822	495,622	99.8	5	47	1,148	0.2
2008	465,892	465,009	99.8	46	32	805	0.2
2009	444,849	444,044	99.8	27	28	750	0.2
2010	470,171	469,315	99.8	34	62	760	0.2
2011	471,265	470,883	99.9	19	66	297	0.1
2012	484,550	484,423	100.0	29	48	50	0.0
2013	436,455	436,192	99.9	20	28	215	0.1
2014	435,435	435,092	99.9	22	26	295	0.1
2015	438,420	438,153	99.9	16	14	237	0.1
2016	406,243	406,009	99.9	15	11	208	0.1
2017	357,771	357,579	99.9	6	9	177	0.1

□ 위에서 제시한 표를 보면 분석에 포함되지 않는 출생아가 전체 자료의 0.5% 이하이고, 최근으로 올수록 그 비율이 줄어들고 있으므로, 분석대상이 되지 않는 자료로 인한 추계 문제는 그리 크지 않을 것으로 판단됨

(2) 전자기족관계등록시스템(efamily.scourt.go.kr)

□ 출생아의 성별과 수 같은 매우 기초적인 자료만 제공하기 때문에 외국출생 한국자녀의 규모를 파악할 수 없음

(3) 인구주택총조사 마이크로데이터(<https://mdis.kostat.go.kr/index.do>)

□ 외국출생 한국 자녀의 영향을 살펴보기 위해 인구주택총조사 마이크로데이터 2% 샘플을 살펴봄

□ 국적에 대한 정보는 2010년과 2015년에만 있으므로 해당 년도의 자료를 분석

- 태어날 때 국적이 대한민국인 응답자들을 대상으로, 출생지에 대한 정보에 근거하여 한국에서 태어났는지, 외국에서 태어났는지를 구분하였으며 대표성을 담보하기 위해 인구가중치를 사용하여 다음의 표를 작성

<표 2.7> 2010년 및 2015년 인구주택총조사의 연령별 외국출생 분포

연령	2010년				2015년			
	국내출생		외국출생		국내출생		외국출생	
	수	%	수	%	수	%	수	%
0	442,269	99.7	1,124	0.3	423,768	99.8	651	0.2
1	421,748	99.5	1,954	0.5	423,325	99.8	822	0.2
2	454,879	99.3	3,177	0.7	435,148	99.8	1,070	0.2
3	457,758	99.4	2,684	0.6	470,030	99.8	947	0.2
4	425,993	99.4	2,554	0.6	465,224	99.7	1,343	0.3
5	421,426	99.4	2,673	0.6	445,997	99.7	1,477	0.3
6	450,868	99.3	3,234	0.7	428,719	99.7	1,361	0.3
7	474,003	99.4	2,633	0.6	460,187	99.5	2,218	0.5
8	487,238	99.6	1,999	0.4	464,403	99.7	1,497	0.3
9	540,188	99.5	2,977	0.5	431,220	99.7	1,127	0.3
10	617,559	99.7	1,996	0.3	419,498	99.6	1,667	0.4

- 2010년 0세인 인구수는 앞선 표의 2009년과 2010년 출생아 수의 평균보다 적고, 2015년 0세인 인구수는 앞선 표의 2014년과 2015년 출생아 수의 평균보다 적어, 잘 알려진 것처럼, 인구주택총조사의 인구수가 과소추정되었음을 시사
- 외국출생 인구수는 5세까지는 증가하는 것으로 나타나는데, 이는 외국에서 태어난 자녀들이 귀국하는 한편 한국에서 태어난 자녀들이 외국으로 나가는 동시적인 현상을 반영하는 것으로 판단됨
- 2015년 인구주택총조사는 주민등록인구를 활용한 등록센서스였으므로 외국출생이 과소추정되었을 것으로 판단되므로, 이 연구에서는 2010년 자료를 활용하여 인구동향조사에 보고된 출생아 중 0.3%가 외국에서 출생한 것으로 가정함
- 따라서 국내거주 내국인의 출산율을 구할 때 모든 모의 연령별로 0.3%를 제외하고 출생아수를 구함

라. 각세별 사망자 수

(1) 통계청 인구동향조사 사망자수 KOSIS 자료

- 메타정보에 “총 사망자수는 국내 거주 사망자수만을 집계”하며, “지연신고분을 반영한 사망자수, 사망률 보정”을 실시한다고 적시
- 지연신고분은 기준 년도가 10년이 지난 경우 지난 10년 동안 접수한 신고서를 누적 집계하고 10년이 지나지 않은 경우 기준 년도 익년 4월까지 접수된 신고서를 기준으로 집계하는 것을 의미
- 각세별 사망자 수 자료는 1983년부터 100+까지 제공하고 있으나, 1993년부터 80+로 공표되고 있는 자료를 사용하여 사망률을 추계하면 사망률이 지나치게 낮은 것으로 추계되어, 2000년부터 제공하고 있는 100+ 자료를 활용
- 다음의 표에서 볼 수 있는 것처럼 연령미상이 매우 적은 수를 차지하고 있으므로 분석에서 제외

<표 2.8> 연도별 연령기록과 연령미상 사망자 수

연도	남자		여자	
	0-85+	연령미상	0-85+	연령미상
2000	137,785	4	110,935	16
2001	135,211	7	108,584	11
2002	135,841	5	111,662	16
2003	135,880	5	110,561	17
2004	136,233	2	109,977	8
2005	135,317	0	110,548	9
2006	134,630	1	109,524	7
2007	135,663	1	110,816	2
2008	136,930	2	109,176	5
2009	137,701	34	109,193	14
2010	142,314	44	113,021	26
2011	143,250	0	114,128	18
2012	147,343	29	119,829	20
2013	146,589	10	119,632	26
2014	147,300	21	120,350	21
2015	150,428	21	125,426	20
2016	152,520	9	128,265	33
2017	154,312	16	131,181	25

마. 내국인 국제인구이동통계

(1) 통계청 국제인구이동통계 KOSIS 자료

- “입국”은 외국에서 대한민국으로 이동해 체류기간 90일이 초과한 경우로 “출국”은 대한민국에서 외국으로 이동해 체류기간 90일이 초과한 경우로 정의
- 내국인 국제인구이동통계는 2000년부터 제공하고 있으며 최상한 연령은 85+임
- 다음의 표에 연도별로 연령을 식별할 수 있는 출입국자와 연령이 알려지지 않은 출입국자 수를 제시하고 있는데, 이를 보면, 연령 미상의 출입국자 수가 미미하여 분석에서 제외한다고 하더라도 큰 문제는 없을 것으로 판단되기 때문에 제외

<표 2.9> 연도별 연령기록과 연령미상 내국인 출입국자 수

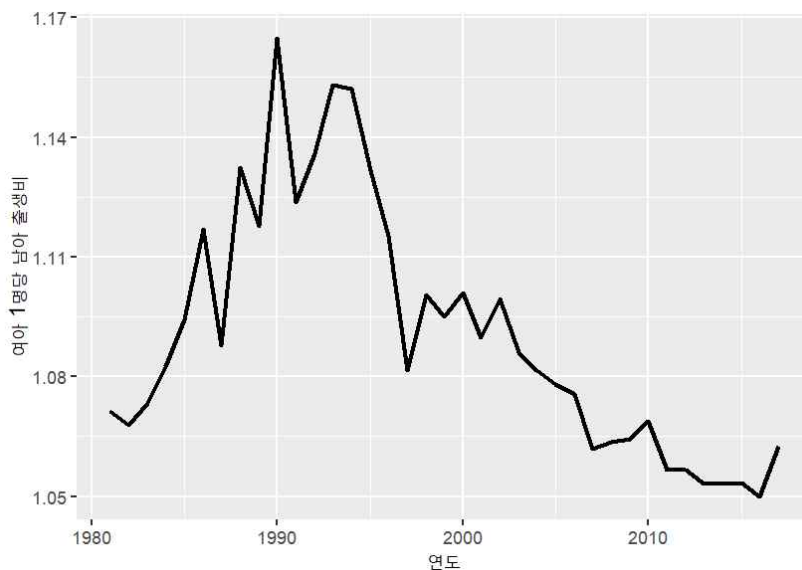
	입국				출국				순이동			
	남자		여자		남자		여자		남자		여자	
	0-85+	미상	0-85+	미상	0-85+	미상	0-85+	미상	0-85+	미상	0-85+	미상
2000	46,745	29	42,341	17	65,847	12	67,617	11	-19,102	17	-25,276	6
2001	46,699	6	42,256	7	67,398	6	70,403	4	-20,699	0	-28,147	3
2002	50,308	5	47,340	6	58,767	2	62,152	2	-8,459	3	-14,812	4
2003	45,442	3	44,383	3	54,235	5	60,345	1	-8,793	-2	-15,962	2
2004	44,830	4	45,287	5	54,092	1	59,509	3	-9,262	3	-14,222	2
2005	47,192	2	47,773	6	56,146	2	61,894	2	-8,954	0	-14,121	4
2006	52,985	12	52,927	12	60,456	15	64,462	3	-7,471	-3	-11,535	9
2007	54,454	4	56,963	4	60,596	0	65,226	0	-6,142	4	-8,263	4
2008	73,727	0	74,798	3	59,088	1	61,803	0	14,639	-1	12,995	3
2009	68,877	0	68,836	2	48,705	0	50,460	0	20,172	0	18,376	2
2010	65,388	-	65,018	-	46,946	-	49,632	-	18,442	-	15,386	-
2011	68,534	-	69,273	1	48,562	-	51,722	0	19,972	-	17,551	1
2012	66,534	2	65,378	0	47,051	0	47,571	0	19,483	2	17,807	0
2013	66,000	0	62,509	0	43,873	0	45,268	0	22,127	0	17,241	0
2014	64,231	1	58,940	0	42,579	0	44,102	0	21,652	1	14,838	0
2015	61,182	0	55,375	1	40,823	0	42,383	0	20,359	0	12,992	1
2016	63,185	0	56,421	3	41,169	0	42,536	0	22,016	0	13,885	3
2017	63,747	1	58,486	2	39,959	0	41,087	0	23,788	1	17,399	2

바. 성비

(1) 통계청 인구동향조사 출생아수 KOSIS 자료

- 다음 그림은 여아 1명당 남아 출생아 수의 변화를 보여줌
- 최근 통계청 추계에서 최근 3년간의 평균을 사용하였으며, 이 보고서에서도 이를 따라 2015년부터 2017년 출생아 성비(여아 출생 1명당 남아 출생 수)의 평균값 1.05525를 사용

<그림 2.4> 여아 1명당 남아 출생아 수 비

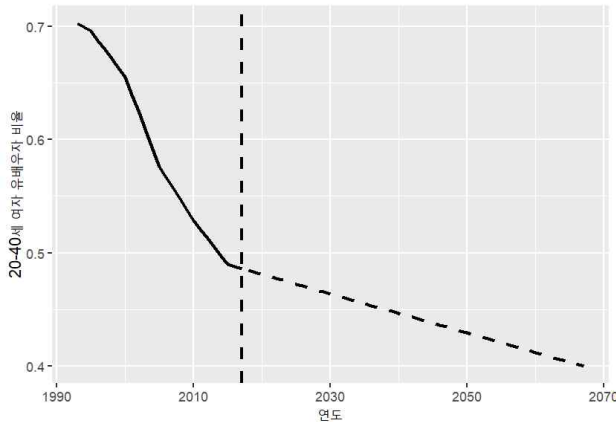


사. 출산율과 사망률 관련 변수

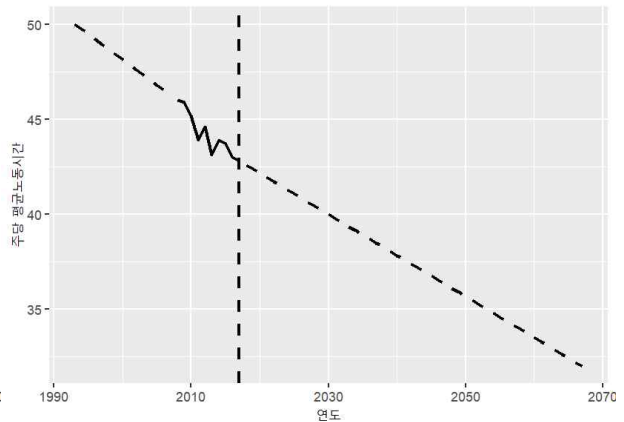
(1) 출산율 추계 모형에서 사회경제변수를 활용한 추계를 위해 다음과 같은 변수를 측정

- 20-40세 여자의 유배우자 비율
 - 1995년부터 2015년까지 5년마다 이루어진 인구주택총조사 자료를 활용하여 20-40세 여자의 유배우자 비율을 구하였으며, 5년 사이의 연도에 있는 비율은 선형 내삽(linear interpolation)으로 처리
 - 2067년 비율이 0.4가 된다는 가정하에 2015년부터 선형 내삽 처리

<그림 2.5> 20-40세 여성의 유배우자 비율



<그림 2.6> 주당 평균노동시간



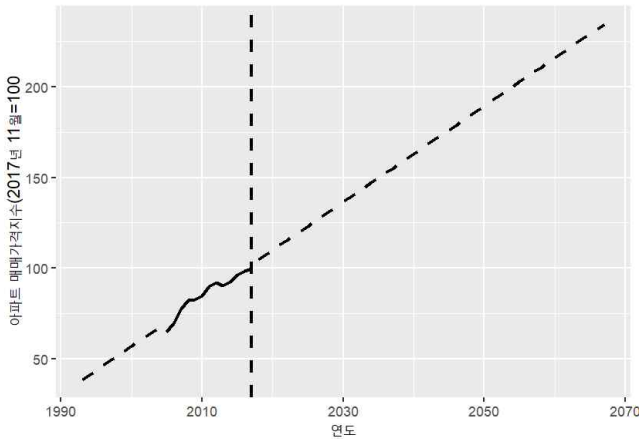
□ 주당 평균노동시간

- http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=3032
- 주당 평균노동시간은 2008년부터 2017년까지 자료가 있으므로 이 기간 외의 1993년부터 2067년까지 자료가 필요
- 여기서는 1993년 50시간이었고 2067년 32시간(주4일 근무)일 것이라고 가정하고 선형 내삽법으로 연도별 주당 평균 노동시간을 추정

□ 아파트 매매가격지수

- <https://www.r-one.co.kr/rone/resis/common/main/main.do>
- 한국감정원에서 공표하고 있는 월간 아파트 매매가격지수(2017년 11월이 100)를 연도별로 평균화하여 측정
- 이 자료는 2005년부터 2018년까지 가용하지만, 2018년은 추계년도이기 때문에 이 자료 또한 추계를 실시
- 2005년부터 2017년 자료가 상당히 선형적으로 변화한다는 관찰하에 이 자료에 연도를 설명변수로 사용하는 최소제곱법을 적용하여 관찰 년도를 제외한 1993년부터 2067년 기간 값 추계

<그림 2.7> 20-40세 여성의 유배우자 비율

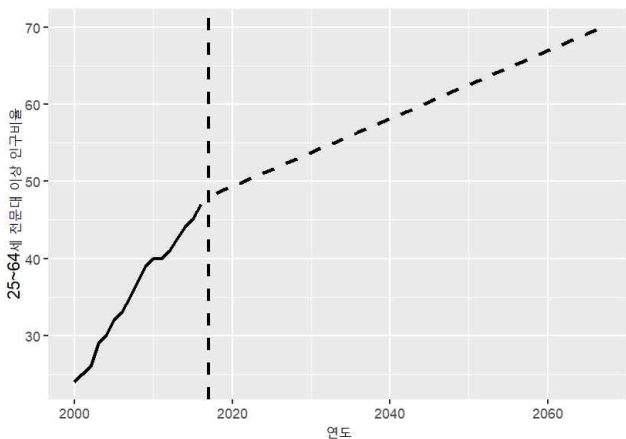


(2) 사망률 추계 모형에서 사회경제변수를 활용한 추계를 위해 다음과 같은 변수를 측정

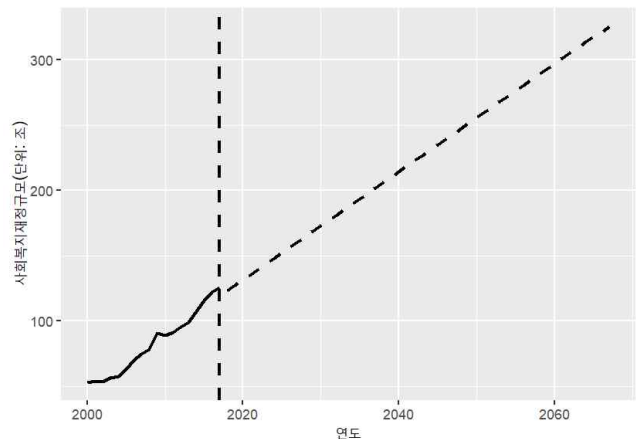
□ 25-64세 전문대학 이상 학력 소유자 비율

- http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1530
- 1995년부터 2017년까지 자료가 있으며 2018년부터 2067년까지는 2067년 70%가 된다는 가정하에 선형 내삽

<그림 2.8> 25-64세 전문대 이상 인구비율



<그림 2.9> 사회복지지출재정규모(단위: 조)



□ 사회복지재정규모

- http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=2739
- 1997년부터 2017년까지 관찰 자료가 있으며, 2018년부터 2067년까지 연도를 설명 변수로 하고 관찰 자료를 종속 변수로 설정한 최소제곱법 추정 회귀모형으로 추계

- 재정규모를 추정하기전 2015년을 100으로 하는 소비자물가지수를 이용해 물가상승을 반영해 줌

3. 코호트 요인법(cohort components method)

가. 개요

(1) 인구학에서 인구 추계에 가장 기본이 되는 방법은 코호트 요인법이며 이 연구에서도 이 방법을 활용함

- 코호트 요인법은 특정 연도의 인구는 다양한 연령의 사람들로 이루어져 있으며, 각 연령대는 특정 년도에 태어난 출생코호트로 인식할 수 있으므로, 특정 연도의 인구는 여러 코호트들의 집합으로 볼 수 있다는 관찰에 근거함
 - 예를 들어, 2020년에 0~4세 인구는 2016년부터 2020년 사이에 태어난 인구로, 5~9세 연령대 인구는 2011년부터 2015년에 태어난 사람들로 이루어져 있음
- 하지만 이들 출생코호트는 해당 연도에 태어난 모든 사람들을 표현하는 것이 아니고, 당시 태어난 사람들이 사망으로 죽거나 국제 유출로 빠져나간 사람들에 더해 외국에서 유입된 사람들을 고려해 주어야 함
- 따라서 특정 연도에 태어날 사람들의 숫자를 예측하는 출산율에 더해 사망률과 국제 이동, 즉 국제 유입과 유출에 대한 전망치가 필요함.
- 또한 사망률과 국제 이동은 성별에 따라 달라지고, 출생시 성비, 즉 여야 100명 당 남아의 출생 수가 100이 아니기 때문에 성별에 따른 출생아수와 성별에 따른 사망률 및 국제 이동 수에 대한 추계가 필요
- 이에 더해 이 연구에서는 내국인과 외국인의 인구 추계를 구분할 것이므로 이들에 대한 고려가 필요
 - 이렇게 집단별 추계를 할 때 중요한 고려 사항 중 하나는 두 집단간 변화 비율에 대한 고려 즉 내국인이 외국인으로 변하는 비율과 외국인이 내국인으로 변하는 비율에 대한 전망치가 있어야 하는데(김현식·우해봉·안재혁, 2017), 신뢰할 만한 자료가 없고, 자료가 있다고 하더라도 추계 방법이 복잡해지는 것을 피하기 위하여 두 집단간 전환이 없다고 가정할 것임

나. 방법

(1) 생명표

□ 2017년 남자의 경우를 예로 들어 생명표를 간략히 설명

- x 는 연령을 뜻하며, 이 연구에서는 각세별 자료를 사용하므로 각세를 뜻함
- m_x 는 x 세의 사망률
- q_x 는 x 에서 $x+1$ 까지의 사망확률
- l_x 는 특정 연령 x 세까지 살아남아 있는 사람의 수를 뜻하며, 이 연구에서 l_0 는 1로 표현
- d_x 는 x 세에 사망한 사람 수
- L_x 는 x 세 사람들이 산 기간
- T_x 는 x 세 이후 사람들이 산 모든 기간
- e_x 는 x 세의 기대여명이며 0세의 기대여명은 기대수명이라고 함
- a_x 는 x 세에 사망한 사람들이 산 기간

<표 3.1> 2017년 남자의 생명표

x	m_x	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x	a_x
0	0.00301	0.00300	1.00000	0.00300	0.99716	79.72452	79.72452	0.05307
1	0.00023	0.00023	0.99700	0.00023	0.99686	78.72736	78.96408	0.37147
2	0.00014	0.00014	0.99677	0.00014	0.99670	77.73050	77.98216	0.47295
3	0.00012	0.00012	0.99664	0.00012	0.99658	76.73380	76.99282	0.49778
4	0.00013	0.00013	0.99652	0.00013	0.99645	75.73722	76.00201	0.50808
5	0.00015	0.00015	0.99639	0.00015	0.99631	74.74077	75.01186	0.50162
6	0.00014	0.00014	0.99624	0.00014	0.99617	73.74446	74.02274	0.48821
7	0.00011	0.00011	0.99611	0.00011	0.99605	72.74829	73.03272	0.47379
8	0.00007	0.00007	0.99600	0.00007	0.99596	71.75224	72.04070	0.49120
9	0.00009	0.00009	0.99592	0.00009	0.99588	70.75628	71.04587	0.51302
10	0.00010	0.00010	0.99584	0.00010	0.99578	69.76040	70.05216	0.46605
11	0.00004	0.00004	0.99574	0.00004	0.99572	68.76462	69.05904	0.50138
12	0.00010	0.00010	0.99570	0.00010	0.99565	67.76890	68.06174	0.55160
13	0.00014	0.00014	0.99560	0.00014	0.99553	66.77325	67.06864	0.49637
14	0.00009	0.00009	0.99546	0.00009	0.99541	65.77772	66.07771	0.49744
15	0.00013	0.00013	0.99537	0.00013	0.99531	64.78231	65.08385	0.54101
16	0.00025	0.00025	0.99524	0.00025	0.99512	63.78700	64.09212	0.53372
17	0.00029	0.00029	0.99499	0.00029	0.99485	62.79188	63.10806	0.50910
18	0.00031	0.00031	0.99470	0.00031	0.99455	61.79703	62.12607	0.50688
19	0.00034	0.00034	0.99439	0.00034	0.99423	60.80248	61.14532	0.50382

x	m_x	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x	a_x
20	0.00034	0.00034	0.99406	0.00034	0.99389	59.80825	60.16591	0.50115
21	0.00035	0.00035	0.99372	0.00035	0.99354	58.81436	59.18635	0.50826
22	0.00042	0.00042	0.99337	0.00041	0.99316	57.82082	58.20685	0.50856
23	0.00043	0.00043	0.99295	0.00043	0.99274	56.82766	57.23096	0.50698
24	0.00049	0.00049	0.99253	0.00049	0.99228	55.83491	56.25532	0.50651
25	0.00050	0.00050	0.99204	0.00050	0.99179	54.84263	55.28289	0.50285
26	0.00053	0.00053	0.99154	0.00053	0.99128	53.85084	54.31042	0.50319
27	0.00054	0.00054	0.99101	0.00054	0.99075	52.85956	53.33894	0.50662
28	0.00062	0.00062	0.99047	0.00062	0.99017	51.86882	52.36764	0.50660
29	0.00064	0.00064	0.98986	0.00063	0.98954	50.87864	51.39990	0.49893
30	0.00061	0.00061	0.98923	0.00060	0.98893	49.88910	50.43233	0.50003
31	0.00064	0.00064	0.98863	0.00063	0.98832	48.90017	49.46264	0.50922
32	0.00076	0.00076	0.98800	0.00075	0.98762	47.91185	48.49389	0.50089
33	0.00065	0.00065	0.98725	0.00064	0.98692	46.92423	47.53029	0.49553
34	0.00068	0.00068	0.98660	0.00067	0.98628	45.93731	46.56101	0.51232
35	0.00088	0.00088	0.98593	0.00087	0.98551	44.95103	45.59242	0.51125
36	0.00089	0.00089	0.98507	0.00088	0.98463	43.96552	44.63205	0.50247
37	0.00093	0.00093	0.98419	0.00092	0.98373	42.98089	43.67156	0.50437
38	0.00100	0.00100	0.98327	0.00098	0.98279	41.99716	42.71190	0.51154
39	0.00123	0.00123	0.98229	0.00121	0.98169	41.01438	41.75393	0.50808
40	0.00121	0.00121	0.98108	0.00119	0.98048	40.03268	40.80488	0.50127
41	0.00128	0.00127	0.97989	0.00125	0.97927	39.05220	39.85374	0.50923
42	0.00152	0.00151	0.97864	0.00148	0.97791	38.07293	38.90396	0.50973
43	0.00162	0.00162	0.97716	0.00158	0.97638	37.09501	37.96220	0.50684
44	0.00179	0.00179	0.97558	0.00175	0.97472	36.11864	37.02279	0.50918
45	0.00202	0.00202	0.97383	0.00197	0.97287	35.14391	36.08828	0.50867
46	0.00222	0.00221	0.97186	0.00215	0.97081	34.17105	35.16030	0.50923
47	0.00253	0.00253	0.96971	0.00246	0.96851	33.20024	34.23715	0.50781
48	0.00269	0.00268	0.96726	0.00259	0.96598	32.23173	33.32276	0.50638
49	0.00297	0.00297	0.96466	0.00286	0.96326	31.26576	32.41102	0.50919
50	0.00337	0.00336	0.96180	0.00323	0.96022	30.30250	31.50592	0.50998
51	0.00380	0.00379	0.95857	0.00364	0.95677	29.34228	30.61051	0.50586
52	0.00391	0.00390	0.95493	0.00372	0.95308	28.38551	29.72512	0.50303
53	0.00412	0.00411	0.95121	0.00391	0.94929	27.43242	28.83950	0.50774
54	0.00474	0.00473	0.94730	0.00448	0.94508	26.48314	27.95642	0.50566
55	0.00476	0.00475	0.94282	0.00448	0.94061	25.53805	27.08692	0.50722
56	0.00569	0.00568	0.93834	0.00533	0.93572	24.59744	26.21379	0.50904
57	0.00598	0.00597	0.93301	0.00557	0.93026	23.66172	25.36058	0.50480

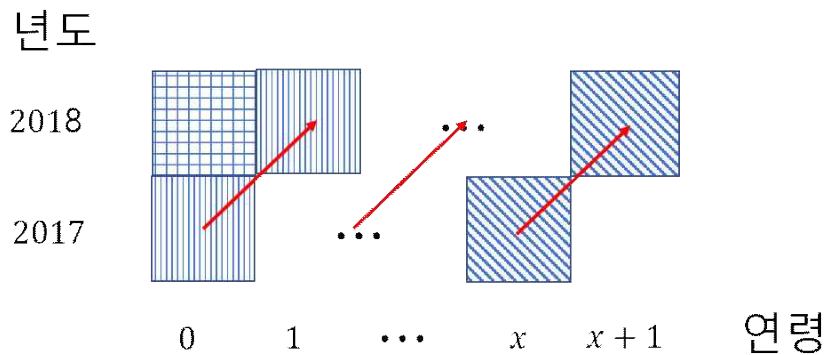
x	m_x	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x	a_x
58	0.00647	0.00645	0.92745	0.00598	0.92448	22.73146	24.50974	0.50390
59	0.00666	0.00663	0.92147	0.00611	0.91843	21.80698	23.66548	0.50351
60	0.00713	0.00710	0.91536	0.00650	0.91214	20.88855	22.82016	0.50584
61	0.00777	0.00774	0.90885	0.00703	0.90539	19.97641	21.97982	0.50807
62	0.00879	0.00875	0.90182	0.00789	0.89792	19.07101	21.14723	0.50558
63	0.00904	0.00900	0.89393	0.00804	0.88993	18.17309	20.32946	0.50325
64	0.00967	0.00963	0.88589	0.00853	0.88168	17.28316	19.50942	0.50730
65	0.01098	0.01092	0.87736	0.00958	0.87264	16.40147	18.69417	0.50755
66	0.01185	0.01178	0.86778	0.01023	0.86274	15.52883	17.89490	0.50690
67	0.01326	0.01318	0.85755	0.01130	0.85197	14.66610	17.10223	0.50583
68	0.01400	0.01390	0.84626	0.01176	0.84043	13.81412	16.32382	0.50516
69	0.01544	0.01532	0.83449	0.01278	0.82821	12.97369	15.54682	0.50875
70	0.01781	0.01765	0.82171	0.01451	0.81451	12.14548	14.78078	0.50361
71	0.01744	0.01729	0.80720	0.01396	0.80032	11.33097	14.03734	0.50688
72	0.02175	0.02152	0.79324	0.01707	0.78489	10.53065	13.27543	0.51059
73	0.02349	0.02322	0.77617	0.01803	0.76735	9.74577	12.55623	0.51071
74	0.02948	0.02906	0.75814	0.02203	0.74737	8.97842	11.84262	0.51113
75	0.03255	0.03204	0.73611	0.02358	0.72448	8.23104	11.18179	0.50665
76	0.03691	0.03625	0.71253	0.02583	0.69979	7.50656	10.53509	0.50683
77	0.04129	0.04046	0.68670	0.02778	0.67297	6.80677	9.91229	0.50581
78	0.04609	0.04507	0.65892	0.02970	0.64427	6.13380	9.30894	0.50674
79	0.05323	0.05187	0.62922	0.03264	0.61316	5.48954	8.72435	0.50790
80	0.06197	0.06012	0.59658	0.03587	0.57882	4.87638	8.17382	0.50473
81	0.06749	0.06530	0.56072	0.03662	0.54253	4.29755	7.66439	0.50341
82	0.07697	0.07414	0.52410	0.03886	0.50484	3.75502	7.16471	0.50426
83	0.08720	0.08357	0.48524	0.04055	0.46508	3.25018	6.69804	0.50277
84	0.09792	0.09336	0.44469	0.04152	0.42399	2.78511	6.26302	0.50143
85	0.10975	0.10403	0.40317	0.04194	0.38216	2.36111	5.85634	0.49903
86	0.11914	0.11242	0.36123	0.04061	0.34086	1.97895	5.47840	0.49830
87	0.13373	0.12533	0.32062	0.04018	0.30049	1.63810	5.10917	0.49903
88	0.15209	0.14125	0.28044	0.03961	0.26046	1.33761	4.76977	0.49564
89	0.16325	0.15084	0.24082	0.03633	0.22251	1.07715	4.47280	0.49590
90	0.19106	0.17423	0.20450	0.03563	0.18648	0.85464	4.17923	0.49439
91	0.20908	0.18891	0.16887	0.03190	0.15257	0.66816	3.95671	0.48922
92	0.22407	0.20079	0.13697	0.02750	0.12274	0.51559	3.76430	0.48249
93	0.21500	0.19366	0.10947	0.02120	0.09860	0.39285	3.58881	0.48733
94	0.25415	0.22495	0.08827	0.01986	0.07813	0.29425	3.33367	0.48937
95	0.27695	0.24212	0.06841	0.01656	0.05981	0.21613	3.15921	0.48059

x	m_x	q_x	l_x	d_x	L_x	T_x	e_x	a_x
96	0.27753	0.24262	0.05185	0.01258	0.04533	0.15632	3.01495	0.48164
97	0.31054	0.26743	0.03927	0.01050	0.03382	0.11099	2.82649	0.48091
98	0.32663	0.27904	0.02877	0.00803	0.02458	0.07717	2.68275	0.47791
99	0.35121	0.29679	0.02074	0.00616	0.01753	0.05260	2.53611	0.47791
100	0.41584	1.00000	0.01458	0.01458	0.03507	0.03507	2.40476	2.40476

(2) 코호트요인법(cohort component method) 추계

□ 다음 그림은 코호트요인법을 간략히 보여줌

<그림 3.1> 코호트요인법



- 2017년 0세였던 인구는 2018년 1세가 되어 대각선 방향으로 이동하는데, 이때 사망과 국외유출로 인구가 줄어드는 반면 국내유입으로 인구가 증가
- 마찬가지로 x 세 인구는 1년 후 $x+1$ 세가 되고 사망과 국외유출로 인구가 줄어들지만 국내유입으로 인구가 증가
- 하지만 2018년도의 0세 인구는 출산으로 태어나는 인구이므로 가임기 여성의 수와 출산율에 의해 출생아 수가 결정됨
- 이 방법은 대각선으로 이동하는 집단이 특정 연도에 태어난 출생코호트를 의미하기 때문에 코호트요인법이라고 부름
- 이 연구에서는 Preston, Heuveline, & Guillot(2001)의 책에 서술되어 있는 수학적 방법을 소개하고 이에 기초하여 모형 추정
- 추계의 시작점이 되는 기준인구(base population)가 1세별로 되어 있고, 출산율, 사망률, 인구이동 또한 1세별로 되어 있으며, 따라서 1년 기간으로 추계를 한다고 가정

- 특정 시점 t 에서 x 세부터 $x+1$ 세까지의 여성(F)인구를 $NLSUB1_x^F(t)$ 라고 하면 인구이동이 없다고 가정할 때, 이 인구는 1년 뒤 다음과 같이 나타낼 수 있음

$$NLSUB1_{x+1}^F(t+1) = NLSUB1_x^F(t) * \frac{LLSUB1_{x+1}^F(t)}{LLSUB1_x^F(t)}$$

(2.1)

- 이때 $LLSUB1_x$ 는 사망률을 이용하여 시산한 생명표(life table) 상에서 x 세부터 $x+1$ 세 사이에 사는 시간을 의미함
- 최고령(우리의 자료에서, 85+연령대)에서는 특정 연령부터 이론적으로 무한대의 연령 까지를 포함하기 때문에, 최고령 이전 연령대에서 최고령대로 진입하는 인구에 더해 이전에 최고령이었던 인구가 살아남은 부분을 더해야 하기 때문에 다음과 같이 계산

$$NLSUB\infty_x^F(t+1) = (NLSUB1_{x-1}^F(t) + NLSUB\infty_x^F(t)) * \frac{T_x^F(t)}{T_{x-1}^F(t)}$$

(2.2)

- 여기서 T_x 역시 생명표 상의 개념으로 x 세부터 죽을 때까지 사는 기간, 다시 말해

$$\sum_{k=x}^{\infty} LLSUB1_k \text{를 의미}$$

- 이제 $t+1$ 시기에 0세 인구는 t 와 $t+1$ 사이에 태어나서 살아남은 영아들로 구성되어 있으므로 여성의 연령별 출생아를 모두 더한 후 살아남을 부분을 구함
- 우선 $FLSUB1_x$ 를 x 세부터 $x+1$ 세의 연령별 출산율이라고 한다면, t 시기 동일한 연령대의 여성이 1년 후까지 낳을 자녀수는 다음과 같음

$$FLSUB1_x * 1 * \frac{NLSUB1_x^F(t) + NLSUB1_x^F(t+1)}{2} = FLSUB1_x * 1 * \frac{NLSUB1_x^F(t) + NLSUB\infty_x^F(t)}{2}$$

(2.3)

□ 이제 모든 연령대에 대해 합을 취해 출생아 수를 구함

$$B[t, t+1] = \sum_{x=15}^{49} FLSUB1_x^* 1^* \frac{NLSUB1_x^F(t) + NLSUB1_{x-1}^F(t) \frac{LLSUB1_x^F(t)}{LLSUB1_{x-1}^F(t)}}{2} \quad (2.4)$$

□ 출생시 성비를 SRB (sex ratio at birth)라고 하고, 이를 활용하여 남성영아와 여성영아를 구분

$$B[t, t+1]^F = \frac{1}{1 + SRB} B[t, t+1] \quad (2.5)$$

□ 하지만 이들 또한 태어나면서부터 사망률에 노출되어 있기 때문에 이 부분을 보정함

$$NLSUB1_0^F(t+1) = B[t, t+1]^F * \left(\frac{LLSUB1_0^F}{1^* l_0} \right) \quad (2.6)$$

□ 이와 유사한 방법으로 모든 연령대의 남성 인구를 이용하여 1년 후 인구를 추계할 수 있음

□ 이제 국제이동이 있을 때를 고려하기 위해 t 와 $t+1$ 사이에 x 세부터 $x+1$ 세 여성의 순이동 인구수를 $ILSUB1_x^F(t, t+1)$ 라고 하고, 인구이동은 첫시기와 마지막 시기에 반반씩 이루어진다고 가정하면, (식 2.1)은 다음과 같이 표현

$$NLSUB1_{x+1}^F(t+1) = \left(NLSUB1_x^F(t) + \frac{ILSUB1_x^F(t, t+1)}{2} \right) * \frac{LLSUB1_{x+1}^F(t)}{LLSUB1_x^F(t)} + \frac{ILSUB1_{x+1}^F(t, t+1)}{2}$$

(2.7)

□ 최고령대의 인구 변화를 나타내는 (식 2.2)도 다음과 같이 추정

$$\begin{aligned} & NLSUB\infty_x^F(t+1) \\ &= \left(NLSUB1_{x-1}^F(t) + NLSUB\infty_x^F(t) + \frac{ILSUB1_{x-1}^F(t, t+1) + ILSUB\infty_x^F(t, t+1)}{2} \right) * \frac{T_x^F}{T_{x-1}^F} \\ & \quad + \frac{ILSUB\infty_x^F(t, t+1)}{2} \end{aligned}$$

(2.8)

□ 이민자들에 의한 출생아도 발생하기 때문에 (식 2.4)를 다음과 같이 추정

$$B[t, t+1] = \sum_{x=15}^{49} FLSUB1_x * 1 * \frac{NLSUB1_x^F(t) + NLSUB1_{x-1}^F(t) \frac{LLSUB1_x^F(t)}{LLSUB1_{x-1}^F(t)} + \frac{ILSUB1_x^F(t)}{LLSUB1_{x-1}^F(t)}}{2}$$

(2.9)

□ 마지막으로 0세 인구 이민자의 반에 대한 고려가 필요하기 때문에 (식 2.6)은 다음과 같이 수정

$$NLSUB1_0^F(t+1) = B[t, t+1]^{F*} \left(\frac{LLSUB1_0^F}{1 * l_0} \right) + \frac{ILSUB1_0^F(t, t+1)}{2}$$

(2.10)

4. 출산율 추계

가. 문헌 검토

(1) 출산율 추계는 다양한 방식으로 이루어졌으며, 대표적으로 수리 모형과 전문가 판단법으로 구분해 볼 수 있음

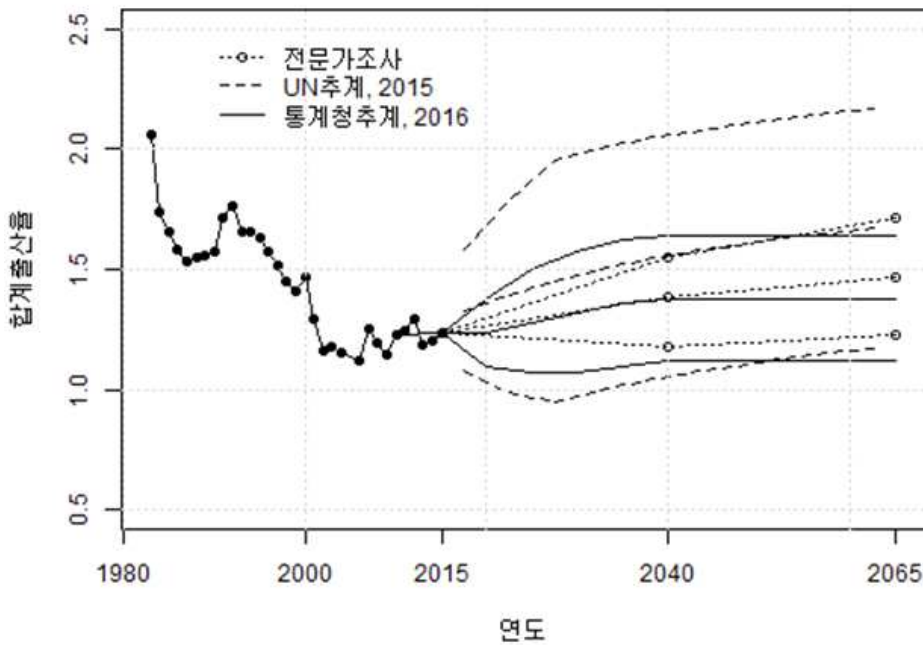
- 수리 모형도 매우 많은 형태가 있으며, 예를 들어, 우혜봉 et al.(2016)은 모수적 출산력 모형, 비모수적 출산력 모형, 코호트 출산력 모형, UN의 베이지안 모형 등을 구분하고 있는데, 이들은 모두 과거 자료를 특정한 형태의 수학적 식에 적합 시킨 후 이 적합값들을 미래로 추계한다는 점에서 수리 모형으로 볼 수 있음
 - 통계청의 경우 이들 모형 중 코호트 출산력 모형을 활용하고 있음
 - 모수적 모형에도 매우 다양한 유형들이 존재하는데, 대표적으로 Hadwiger, Gamma, Beta, Mixture Hadwiger, Peristera-Kostaki, Generalized log gamma 모형들이 있으며, 이들은 연령별 출산율을 그대로 모형화할 것인지, 로그를 취한 후 모형화할 것인지, 어떤 함수로 설정할 것인지에 따라서 달라짐
 - 박유성·김미리·김성용(2013)은 한국의 출산율 추계에 적합한 모형으로 mixture of normal functions 모형을 제안하고 있음
- 전문가 판단법은 상대적으로 최근에 논의되고 있는 방법으로 전문가들의 장래 출산율 전망치에 대한 의견을 수집한 후 이를 (가중)평균하여 장래 추계를 구하는 방법임(김현식·계봉오·김현태, 2016; 김현식, 2017; Bijak & Wisniowski, 2010; Billari, Graziani, & Melilli, 2012)

(2) 다음의 그림은 전문가 판단법과 2016년 통계청 추계, 그리고 2015년 UN 추계를 비교하고 있음

- 2040년까지 통계청의 추계와 전문가 판단법의 추계가 큰 차이를 보이지 않다 이후 전문가 판단법의 추계가 약간 높아지는 것을 볼 수 있는데, 이는 통계청에서 2045년 이후 동일한 출산율을 가정했으나, 전문가들은 지속적인 출산율 상승이 있을 것이라고 예견하기 때문인 것으로 판단됨
- 이에 반해 UN의 추계는 상당한 부분 높게 추계하고 있는데, 이는 베이지안 방법이 다양한 사례들의 가중 평균을 제시하는데 한국이 속한 사례들이 한국에 비해 높은 출산

율을 보이고 있어, 다시 말하면, 한국의 출산율이 유독 낮은 출산율을 기록하고 있어 다른 나라들이 속한 집단의 평균으로 끌려가는 경향에 의해 높게 추계된 것으로 판단 됨

<그림 4.1> 선행 연구의 출산력 추계 결과



자료: 김현식, 2017

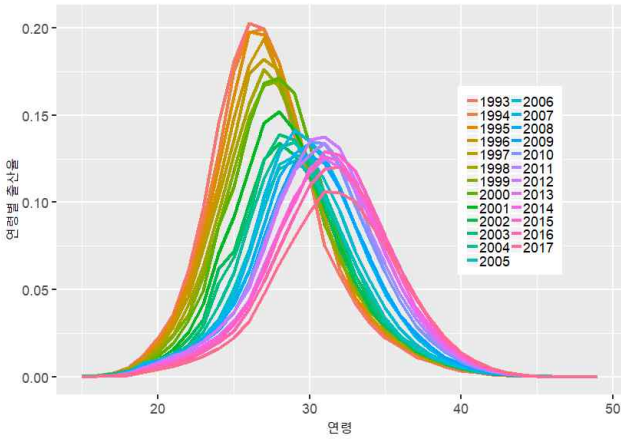
나. 추계 모형

(1) 이 연구에서는 몇몇 모수적 모형을 활용한 출산율 추계를 시도함

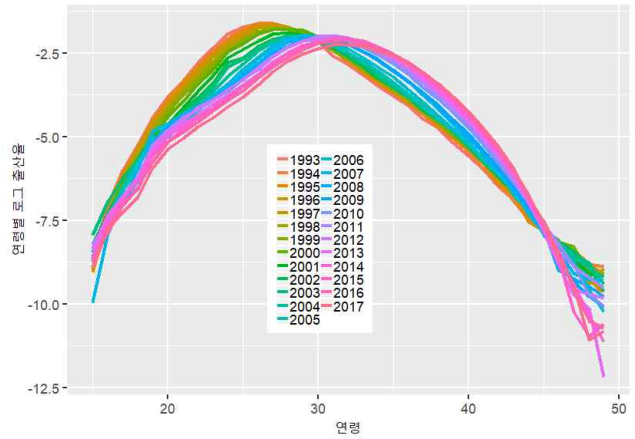
- 앞서 밝힌 것처럼 모수적 모형은 연령별 출산율이나 연령별 로그 출산율을 특정 함수에 적합시키는 모형이라고 이해할 수 있음
- 모의 연령별 출생아수를 분자로하고, 주민등록연앙인구의 특정 연령 여성 수를 분모로 하여 구한 1993년부터 2017년까지 각세별 출산율과 각세별 로그 출산율을 <그림 3.2>에 보여주고 있음

<그림 4.2> 연령별 출산율의 변화

1) 연령별 출산율의 변화



2) 연령별 로그 출산율의 변화



□ 로그 이차함수 모형

○ $\ln(f(x)) = ax^2 + bx + c$

○ $f(x)$ 는 특정 연령 x 세의 출산율을 의미하고, 이 모형에서 a, b, c 는 추정되어야 할 모수들 임

○ 각 년도의 연령별 출산율에 로그를 취한 후 2차 함수에 적합하여 a, b, c 의 추정값을 구함

○ 각 년도의 a, b, c 추정값을 구한 후 이 모수들의 연도별 경향을 찾아내어 향후 변화 방향을 예측하고 특정 연도의 a, b, c 추계값을 대입하여 연령별 출산율을 추계

○ 추정 결과

<표 4.1> 로그 이차함수 모형의 모수 추정값

년도	a	b	c
1993	-0.02193	1.28052	-21.05798
1994	-0.02113	1.24027	-20.59678
1995	-0.02184	1.28886	-21.38770
1996	-0.02250	1.33249	-22.06195
1997	-0.02217	1.31566	-21.87947
1998	-0.02192	1.30116	-21.72279
1999	-0.02197	1.30945	-21.94802
2000	-0.02268	1.35743	-22.67649
2001	-0.02268	1.36373	-22.97008
2002	-0.02171	1.29925	-22.01150
2003	-0.02133	1.27507	-21.64207
2004	-0.02205	1.32893	-22.60469
2005	-0.02270	1.37220	-23.33850
2006	-0.02372	1.43367	-24.15734
2007	-0.02471	1.50953	-25.40008
2008	-0.02436	1.47758	-24.81006
2009	-0.02453	1.49004	-25.03382
2010	-0.02437	1.48458	-24.94480
2011	-0.02411	1.47807	-24.97677
2012	-0.02493	1.52454	-25.53950
2013	-0.02654	1.61298	-26.70782
2014	-0.02628	1.60841	-26.83095
2015	-0.02698	1.65629	-27.58991
2016	-0.02637	1.62644	-27.32518
2017	-0.02661	1.64649	-27.80311

- 각 모수를 구한 후 장래 모수값을 추정하여 연령별 출산율을 추계할 때, 연령별 출산율이 매우 크게 나오는 경우를 발견하였음
- 이를 보정하기 위해 2000년 이후 가장 높은 연령별 출산율인 2000년 28세의 연령별 출산율 0.1693보다 높은 출산율 값은 이 값으로 대체

□ Peristera-Kostaki 모형

○
$$f(x) = c_1 \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma_1}\right)^2\right) I(x \leq \mu) + c_2 \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma_2}\right)^2\right) I(x > \mu)$$

- 이 식에서 μ 는 출산율이 가장 높은 연령을 의미하고, c_1, c_2, σ_1 과 σ_2 는 추정되어야 할 모수이며, I 는 괄호 안의 조건을 충족하면 1의 값을, 조건을 충족하지 못하면 0의 값을 갖는 조건부 함수임
- 이 모형은 <그림 3.2>에서 볼 수 있는 것처럼 연령별 출산율이 출산율이 가장 높은 연령을 기준으로 좌우 대칭이 되지 않는다는 점에 착안하여 좌우를 나누지만, 양쪽의 연령별 출산율은 로그 이차함수를 따른다는 관점에 기초하고 있음
- 앞서와 마찬가지로 모든 연도에 있어, μ, c_1, c_2, σ_1 과 σ_2 를 구한 후 각 모수들의 경향을 살펴보고 시계열 모형으로 적합시킨 후 향후 값을 추계하고, 특정 연도의 추계값들을 원래 함수에 넣어 연령별 출산율을 추계
- 이 연구에서는 추정 방법을 좀 더 쉽게 하기 위해 다음과 같은 식을 추정
- $f(x) = \exp(a_1x^2 + b_1x + c_1)I(x \leq \mu) + \exp(a_2x^2 + b_2x + c_2)I(x > \mu)$
- 추정 결과

<표 4.2> PK 모형의 모수 추정값

년도	a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_2	μ
1993	-0.05217	2.75199	-37.94850	-0.00718	0.16910	-0.88715	26
1994	-0.04753	2.55248	-35.90574	-0.00400	-0.05981	3.23109	27
1995	-0.05356	2.81862	-38.85021	-0.00566	0.06600	0.91420	26
1996	-0.05163	2.74434	-38.22707	-0.00780	0.22127	-1.79880	27
1997	-0.04796	2.57934	-36.47226	-0.00703	0.16727	-0.84452	27
1998	-0.04211	2.31884	-33.71481	-0.00697	0.16454	-0.83370	27
1999	-0.03996	2.23022	-32.91640	-0.00663	0.13933	-0.35671	28
2000	-0.03627	2.07455	-31.40138	-0.00743	0.18902	-0.98083	28
2001	-0.03509	2.02363	-31.04384	-0.00762	0.20774	-1.46132	28
2002	-0.02660	1.60998	-26.22292	-0.00838	0.27132	-2.76089	28
2003	-0.01819	1.22705	-22.01484	-0.00773	0.21874	-1.68873	28
2004	-0.02341	1.46935	-24.88758	-0.00697	0.15209	-0.22819	29
2005	-0.02372	1.48478	-25.20551	-0.00913	0.31039	-3.09617	29
2006	-0.02476	1.53032	-25.69222	-0.01191	0.50415	-6.31183	30
2007	-0.03772	2.14480	-32.73872	-0.01093	0.43286	-4.90655	29
2008	-0.02442	1.51694	-25.60473	-0.01276	0.55671	-6.92805	30
2009	-0.02302	1.44735	-24.83348	-0.01562	0.77981	-11.17801	30
2010	-0.02015	1.30843	-23.20038	-0.01676	0.87136	-12.82671	30
2011	-0.02290	1.44204	-24.78386	-0.01351	0.62246	-8.01566	31
2012	-0.02067	1.33495	-23.53567	-0.01838	0.98748	-14.70444	31
2013	-0.01847	1.22009	-22.19995	-0.03070	1.92894	-32.51436	31
2014	-0.01960	1.28480	-23.13248	-0.02726	1.66866	-27.58429	31
2015	-0.01927	1.27976	-23.26052	-0.02924	1.81591	-30.22864	31
2016	-0.01835	1.23442	-22.81558	-0.02881	1.80047	-30.23283	32
2017	-0.01739	1.19264	-22.54716	-0.03191	2.04838	-35.15739	31

- 각 모수를 구한 후 장래 모수값을 추정하여 연령별 출산율을 추계할 때, 연령별 출산율이 매우 크게 나오는 경우를 발견하였음
 - 이를 보정하기 위해 1993년 이후 가장 높은 연령별 출산율인 1993년 26세의 연령별 출산율 0.20274보다 높은 출산율 값은 이 값으로 대체
 - 이에 더해 μ 의 값이 너무 커지는 것, 예를 들어 40세 정도로 증가하는 것은 현재의 상식으로 맞지 않기 때문에 35를 상한값으로 정함
- 일반화 로그감마 모형

$$\circ f(x) = \frac{C\lambda}{b\Gamma(\frac{1}{\lambda^2})} \left(\frac{1}{\lambda^2}\right)^{\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)} \exp\left(\frac{1}{\lambda}\left(\frac{x-u}{b}\right) - \frac{1}{\lambda^2} \exp\left(\frac{1}{\lambda}\left(\frac{x-u}{b}\right)\right)\right)$$

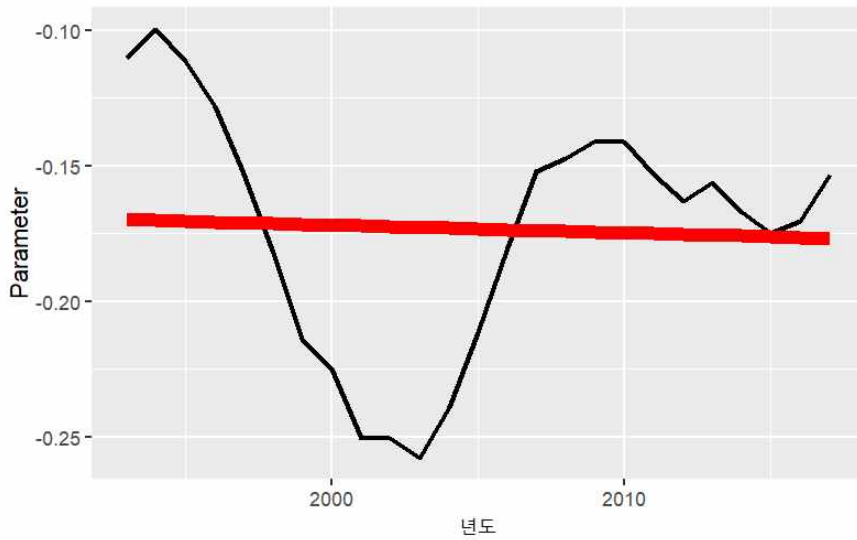
- Γ 는 감마 함수를 의미하고, u 는 평균 출산 연령을 의미하며, C , λ , b 는 추정되어야 할 모수임
- 이 모형은 로그를 취한 출산율에 음의 부호를 붙여 다시 한번 로그를 취한 후 평균 출산 연령을 기준으로 좌우대칭이 되는 선형 직선으로 표현하는 것으로 이해할 수 있음
- 앞서와 마찬가지로 모든 연도에 있어, u , C , λ , b 를 구한 후 각 모수들의 경향을 살펴보고 시계열 모형으로 적합시킨 후 향후 값을 추계하고, 특정 연도의 추계 값들을 원래 함수에 넣어 연령별 출산율을 추계
- 추정 결과

<표 4.3> 일반화 로그감마 모형의 모수 추정값

년도	C	λ	b	u
1993	-1.61141	-0.11010	-3.31864	27.09012
1994	-1.61524	-0.09970	-3.36516	27.32087
1995	-1.59120	-0.11159	-3.38051	27.45760
1996	-1.53549	-0.12835	-3.44371	27.62547
1997	-1.49837	-0.15308	-3.48552	27.81878
1998	-1.42587	-0.18214	-3.47398	27.99912
1999	-1.38366	-0.21398	-3.46578	28.19102
2000	-1.44163	-0.22498	-3.47743	28.52889
2001	-1.27489	-0.25021	-3.51780	28.76776
2002	-1.14928	-0.25038	-3.57485	29.00501
2003	-1.15794	-0.25760	-3.47978	29.22630
2004	-1.13300	-0.23907	-3.47644	29.49749
2005	-1.05760	-0.21144	-3.51513	29.73590
2006	-1.10067	-0.18006	-3.50241	29.94048
2007	-1.22745	-0.15203	-3.59614	30.09436
2008	-1.16019	-0.14743	-3.59818	30.29582
2009	-1.11642	-0.14078	-3.61324	30.47484
2010	-1.19301	-0.14127	-3.66419	30.76455
2011	-1.21685	-0.15346	-3.76618	30.94164
2012	-1.27100	-0.16311	-3.77291	31.11999
2013	-1.16585	-0.15610	-3.83986	31.34381
2014	-1.18566	-0.16734	-3.83867	31.54173
2015	-1.22305	-0.17481	-3.86373	31.73368
2016	-1.15859	-0.17036	-3.91157	31.90238
2017	-1.04320	-0.15315	-3.98078	32.10127

- 다음의 그림에서 볼 수 있는 것처럼, λ 의 값은 큰 폭으로 변동하고 있으나 연도에 대해 선형적으로 감소하는 경향을 볼 수 있음
- 이에 더해 u 의 값이 너무 커지는 것, 예를 들어 40세 정도로 증가하는 것은 현재의 상식으로 맞지 않기 때문에 35를 상한값으로 정함

<그림 4.3> λ 추정값과 선형 추계



□ 출산율에 영향을 미치는 사회적 요인 고려

- 출산율에 영향을 미치는 사회적 요인을 고려하기 위해 위에서 추정한 모수들과 사회적 요인간 관계를 살펴본 후, 최소제곱법으로 모형화
- 예를 들어 로그이차함수 모형에서 연도별로 a 의 값을 구한 후 복수의 사회적 요인을 벡터 X 라고 하면 다음과 같은 모형을 상정해 볼 수 있음

$$a = X^T\beta + \epsilon$$

- 과거 자료를 활용하여 β 계수를 구한 후 장래 추계에 적용
- a 가 연도에 따라 선형으로 변한다고 한다면 X 중 하나의 변수는 연도임
- 앞서 밝힌 것처럼 여기서 설명 변수로 연도, 20-40세 여자의 유배우자 비율, 주당 평균노동시간, 아파트 매매가격지수를 사용하였음
- 다음은 각 모수를 종속 변수로 설정하고 네 변수를 설명 변수로 사용한 최소제곱모형의 계수 및 R-제곱을 보여줌

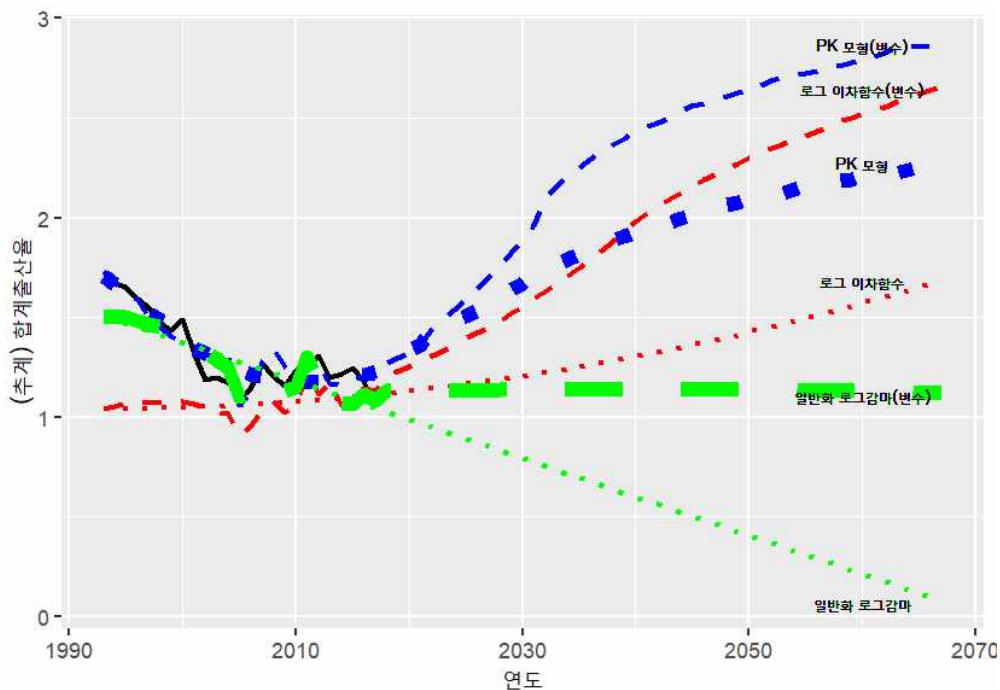
<표 4.4> 모수에 대한 회귀분석 결과

		절편	년도	유배우자비율	평균노동시간	아파트지수	R-제곱
로그 이차함수 모형	a	0.40378	-0.00022	-0.01186	0.00047	0.00000	0.84213
	b	-34.62128	0.01826	0.86691	-0.02330	0.00019	0.88741
	c	762.70919	-0.39277	-12.70717	0.16891	0.00771	0.92668
PK모형	a_1	-4.65142	0.00230	-0.15910	0.00311	-0.00056	0.81789
	b_1	194.32357	-0.09636	7.64914	-0.12218	0.02629	0.81812
	c_1	-1727.69354	0.85876	-86.65707	1.03675	-0.28063	0.79374
	a_2	5.03327	-0.00260	-0.14330	0.00462	0.00055	0.87520
	b_2	-406.98872	0.20955	11.72231	-0.35088	-0.04374	0.87441
	c_2	8112.70470	-4.16322	-233.35360	6.47473	0.87271	0.86895
	μ	95.46238	-0.02394	-12.97613	-0.25858	0.01734	0.95451
	C	-138.69898	0.06760	-3.49202	0.11275	-0.01878	0.75890
일반화 감마모형	λ	71.99638	-0.03484	-1.13613	-0.04105	0.00386	0.16932
	b	66.40414	-0.03532	-4.10535	0.07399	-0.00305	0.97309
	u	-305.99489	0.16958	-6.15669	-0.00491	-0.00754	0.99950

다. 추계 결과

□ 다음 그림은 앞서 제시한 세 모형을 통해 추계한 합계출산율 변화를 제시하고 있음

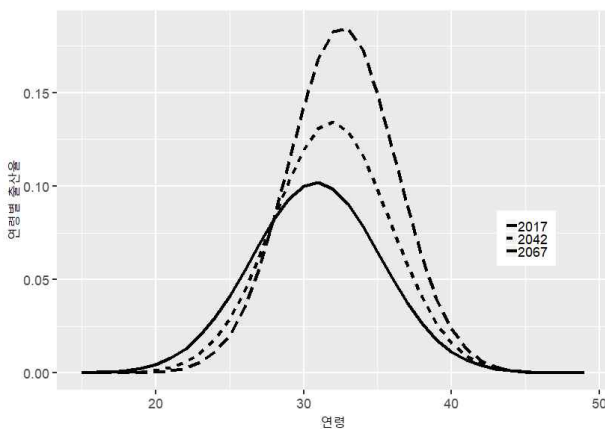
<그림 4.4> 출산율 추계 결과: 합계출산율



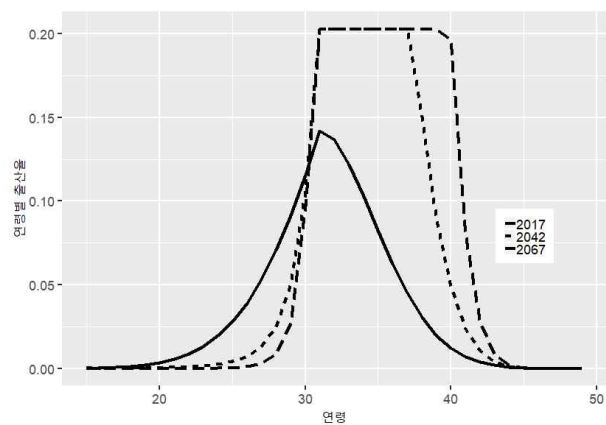
- 추계방법에 따라 합계출산율의 차이가 적지 않게 나타남
 - 일반화 로그감마 모형은 출산율이 지속적으로 하락하는 결과를 보여주고, 로그 이차함수와 PK 모형은 상승하는 결과를 보여주고 있으나 전자의 모형이 더 가파른 증가세를 보여주고 있음
 - 설명 변수를 고려하지 않았을 때와 설명 변수를 고려했을 때를 비교해 보면, 동일한 모형의 경우라도, 설명 변수를 고려해 주었을 때 출산율이 높게 나타남
- 다음 그림에는 각 추계방법에 따라 달리 나타나는 2017, 2042, 2067년의 연령별 합계출산율의 변화를 보여주며 이들은 모두 설명 변수를 고려하지 않은 결과임

<그림 4.5> 연령별 출산율의 추계 결과

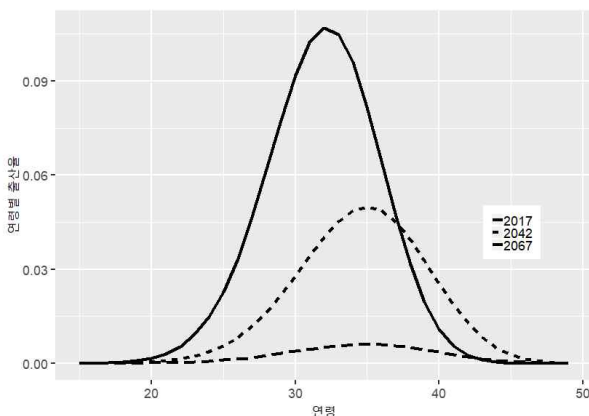
1) 로그 이차함수 모형



2) PK 모형



3) 일반화 로그감마 모형



- 세 가지 모형과 설명 변수 유무의 적합도를 살펴보기 위해 적합도 측정의 대표적 지

표라고 할 수 있는 다음과 같은 적합도를 산출

○ MAD(Mean absolute deviation):
$$\frac{\sum_{t=1993x=15}^{2017} \sum_{x=15}^{49} |y_{x,t} - \hat{y}_{x,t}|}{X * T}$$

○ MAPE(Mean absolute percentage error):
$$\frac{\sum_{t=1993x=15}^{2017} \sum_{x=15}^{49} \frac{|y_{x,t} - \hat{y}_{x,t}|}{y_{x,t}} * 100}{X * T}$$

○ MSE(Mean square error):
$$\frac{\sum_{t=1993x=15}^{2017} \sum_{x=15}^{49} (y_{x,t} - \hat{y}_{x,t})^2}{X * T}$$

□ 다음 표는 적합도 결과를 보여줌

<표 4.5> 세 모형의 적합도

년도	MAD	MAPE	MSE
로그이차함수	0.01245	41.26249	0.00065
로그이차함수(설명변수)	0.01244	41.11754	0.00064
PK 모형	0.00355	15.99536	0.00005
PK 모형(설명변수)	0.00340	14.66843	0.00005
일반화로그감마	0.00516	46.93381	0.00007
일반화로그감마(설명변수)	0.00480	47.41531	0.00006

- 모든 적합도 측정치에서 PK 모형이 가장 낮은 오차를 보여, 가장 적합도가 높음을 보여줌
- 한가지 언급할 만한 결과는 일반화 로그감마 모형의 경우 MAPE에서 로그이차함수보다 적합도가 낮으나 다른 측정치에서는 높은 것으로 나타났는데, 이는 연령별 출산율이 낮은 점에서 로그이차함수가 잘 맞는데 비해 연령별 출산율이 높은 곳에서 일반화 로그감마 모형의 예측력이 뛰어나기 때문
- 설명 변수가 있을 때와 없을 때를 비교해 보면, 일반화 로그감마 모형의 MAPE 값을 제외하고, 설명 변수가 있을 때 오차가 줄어드는 것을 보여줌

5. 사망률 추계

가. 문헌 검토

(1) 연령별 사망률이 시간이 지남에 따라 선형으로 하락한다는 것은 매우 오래된 관찰이며(권태환 · 김두섭, 2011; 김현식, 2013; Preston, Heuveline, & Guillot, 2001), 이러한 관찰에 기반하여 장래 사망률 추계에 적용한 대표적인 모형이 Lee-Carter 모형이며, 향후 모형들은 이 모형을 다양한 방향으로 확장한 것으로 볼 수 있음(Lee & Carter, 1992)

□ 두 가지 대표적인 확장이 있었는데, 하나는 하위집단의 이질적인 사망률 하락 속도를 고려한 Li-Lee 모형이고, 다른 하나는 이질적인 연령별 사망률의 하락 속도를 고려한 Li-Lee-Gerland 모형임(Li & Lee, 2005; Li, Lee, & Gerland, 2013)

□ Lee-Carter 모형

$$\circ \ln(m(x,t)) = a(x) + b(x)k(t) + \epsilon(x,t)$$

○ $m(x,t)$ 는 t 시기 연령 x 의 사망률을 나타내고, $a(x)$ 는 모든 시기 연령별 로그 사망률의 평균을 나타내며, $b(x)$ 는 시간에 따라 변하는 로그 사망률의 속도 $k(t)$ 에 반응하는 연령별 로그 사망률의 민감도를 나타내며, $\epsilon(x,t)$ 는 이들로 설명되지 않는 잔차를 나타냄

□ Li-Lee 모형

$$\circ \ln(m(x,t,i)) = a(x,i) + B(x)K(t) + b(x,i)k(t,i) + \epsilon(x,t,i)$$

○ Li-Lee 모형은 Lee-Carter 모형에 비해 집단을 뜻하는 i 가 들어 있으며, 전체의 변화를 나타내는 $B(x)K(t)$ 와 각 집단의 변화를 나타내는 $b(x,i)k(t,i)$ 가 같이 들어 있다는 특징을 지니고 있음

○ $B(x)K(t)$ 를 통해 전체 집단의 사망률 변화를 구분하고, 나머지 변화에서 집단별 변화를 모형화하는 전략으로 이해

□ Li-Lee-Gerland 모형

$$\circ \ln(m(x,t,i)) = a(x,i) + B(x,t)K(t,i) + \epsilon(x,t,i)$$

○ 원래의 Lee-Carter 모형을 변형하여, 변화 속도에 대한 연령별 로그 사망률의 민감도를 포착하는 $b(x)$ 에 t 를 삽입하여 시간에 따른 사망률 변화 속도를 제어하고자 하는 방법임

- Lee-Carter 모형에서는 $k(t)$ 의 값이 사망률 하락 속도를 결정하고 $b(x)$ 가 하락 속도에 대한 민감도를 나타내기 때문에, 0세의 사망률 하락 속도는 매우 빨랐으나 근래로 올수록 줄어드는데 반해 노년의 사망률 하락 속도는 느렸으나 최근에 빨라진다는 관찰을 모형화할 수 없는 문제가 생김
- 따라서 0세의 사망률 하락을 과도하게 추정할 수 있고, 특정 연령대에서의 사망률 하락이 다른 인접한 연령대의 하락보다 과도하게 높게 되면 최근의 변화와 일치하지 않는 문제들이 생김
- 이러한 이론적인 문제의식에 기초하여 Li-Lee-Gerland 모형은 궁극적으로(ultimately) 특정 연령까지 $b(x)$ 의 값이 같아지고 그 이후부터 하락할 것으로 가정하여, 원래의 Lee-Carter 모형에서 나오는 $b(x)$ 의 값이 궁극적인 $b(x)$ 값으로 수렴할 것으로 가정하며, 그 과정이 매년 조금씩 이루어지므로 $b(x)$ 에 시간을 뜻하는 t 첨자가 포함되었으며, 이런 의미에서 $B(x,t)$ 가 소문자가 아닌 대문자로 표현되었으며, 이 과정을 $b(x)$ 의 rotation이라고 표현함
- Li, Lee, & Gerland(2013)는 처음의 Lee-Carter 모형에서 추정되는 $b(x)$ 가 궁극적인 $B(x,t)$ 로 변화하는 과정을 $B(x,t) = (1 - w_s(t))b_0(x) + w_s(t)b_u(x)$ 로 공식화하였으며, 여기서 원래 Lee-Carter 모형의 $b_0(x)$ 와 사망률 감소율의 궁극적 연령별 패턴 $b_u(x)$ 의 가중 평균으로 표현됨
- 이러한 rotation은 Lee-Carter 모형으로 추계된 사망률에 기반하여 계산한 기대수명이 80세가 될 때부터 시작되며 궁극적 연령별 패턴인 $b_u(x)$ 는 기대수명이 102세가 될 때 도달하는 것으로 가정
- 또한 그 둘의 가중치는 $w_s(t) = [0.5 [1 + \sin[\frac{1}{2}(2w(t) - 1)]]]^p$ 이고 이때,

$$w(t) = \frac{e_0(t) - 80}{e_0^u - 80}$$
 이며 $p = 0.5$ 의 값을 제안
- 또 하나 눈여겨보아야 할 것은 $B(x,t)$ 에 성별을 뜻하는 i 가 포함되지 않았다는 것인데, 성별에 따른 변화의 민감도에 차이가 없도록 설정하였다는 것을 알 수 있음
- 다만 변화의 속도를 나타내는 $K(t,i)$ 에 i 를 넣음으로써 성별에 따른 변화 속도의 차이를 고려하였으며, $B(x,t)$ 의 도입으로 Lee-Carter 모형에서 얻은 성별 $k(t)$ 값을 변화시킬 필요가 생김

- 이를 위해, 연도별 $B(x,t)$ 를 구한 다음 Lee-Carter 모형에서 얻은 기대수명과 동일하도록 $K(t,i)$ 을 적합
- 이 연구에서는 $K(t,i)$ 값을 얻기 위해 통계 프로그램 R에서 사용가능한 [uniroot] 함수를 활용

나. 변수 활용 사망률 추계

- 사망률에 영향을 주는 경제·사회·보건학적 요인(소득수준, 5대암 유병률, 흡연·음주 비율 등)을 사망률 추계에 어떻게 고려할 것인지는 세부적인 연구가 필요함
- 한가지 아이디어는 $k(t)$ 의 시계열을 구한 후 사회적 요인과의 상관관계를 추정하여, 사회적 요인의 향후 시나리오를 설정한 후 장래 $k(t)$ 를 추계
- 예를 들어 연도별 $k(t)$ 값을 구한 후 복수의 사회적 요인을 벡터 X 라고 하면 다음과 같은 모형을 상정해 볼 수 있음

$$k(t) = X^T\beta + \epsilon$$

- 과거 자료를 활용하여 β 계수를 구한 후 장래 추계에 적용
- 사망률 추계에서는 연도, 25-64세 전문대졸 이상 비율, 사회복지재정지출을 설명 변수로 고려하였음
- 다음의 표는 남녀의 $k(t)$ 에 대한 회귀분석 결과를 제시함

<표 5.1> 모수에 대한 회귀분석 결과

	절편	연도	전문대졸비율	사회복지재정지출	R-제곱
남자	7801.12589	-3.87786	-0.86117	0.22834	0.99297
여자	11501.38912	-5.74712	0.76443	0.16558	0.99694

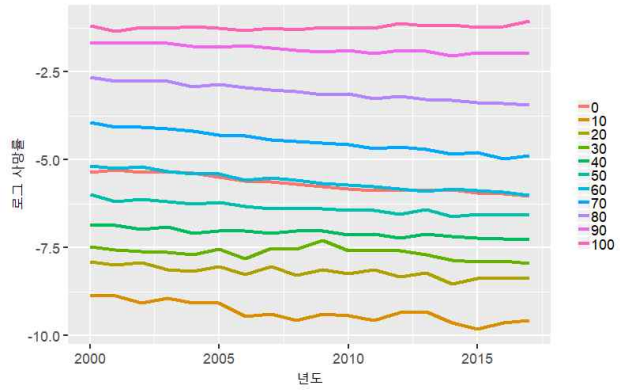
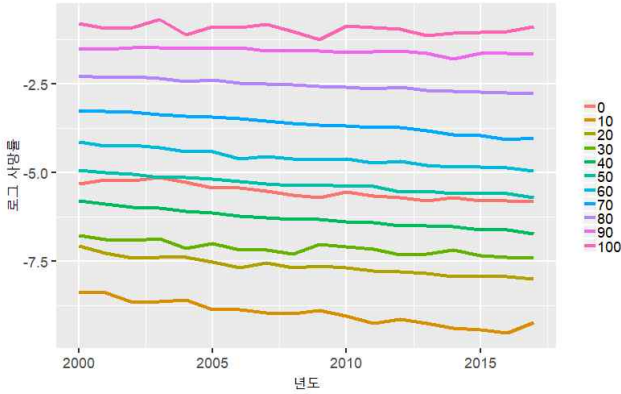
다. 자료 분석

- 이 보고서에서는 이러한 모형을 적용하기 위해 우선 1993년부터 2017년 사이의 각세 별 사망률을 그림으로 제시함

<그림 5.1> 성별 10세 연령별 로그 사망률의 변화

1) 남자

2) 여자

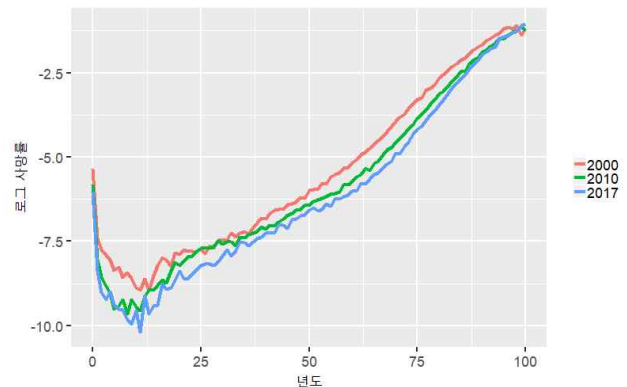
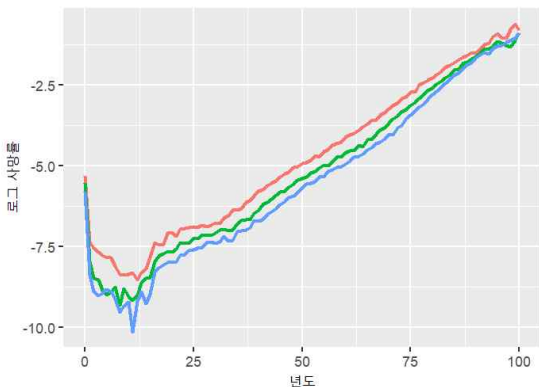


- 성별 및 각세별 로그 사망률의 변화를 그림으로 나타낸 <그림 5.1>을 보면 ① 남성이 나 여성이나 연령별 로그 사망률이 상당히 선형적으로 변화해왔으나, ② y-축 값의 차이가 보여주는 것처럼 성별에 따라 변화의 정도는 약간 달라 여성의 사망률 변화가 더 큰 것으로 보이고, ③ 연령별 기울기도 약간의 차이가 있어 10세에서 기울기가 가장 가파르나 80세 이상의 기울기가 가장 완만하며, ④ 아마도 자료의 연도 기간이 길지 않기 때문에 Li-Lee-Gerland의 논문이 중심으로 다루었던 특정 연령들에서 변화 속도의 변화는 그게 두드러지지 않는 것으로 판단됨

<그림 5.2> 성별 연령별 로그 사망률의 몇몇 연도별 변화

1) 남자

2) 여자



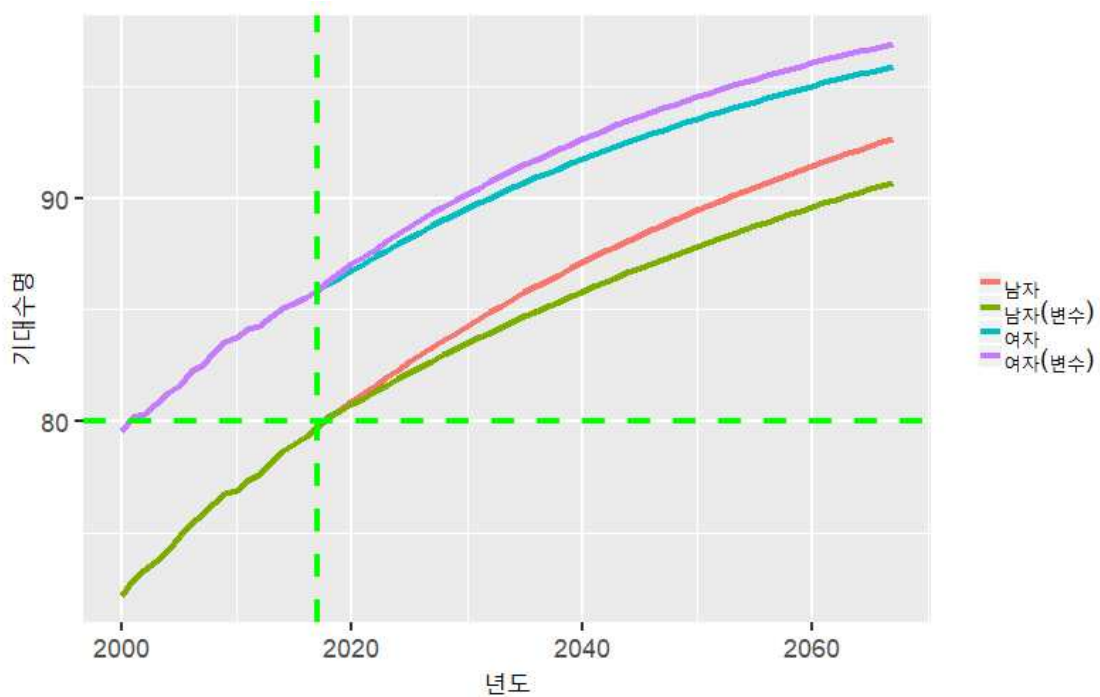
- 위의 그림은 몇몇 연도에서 각세별 사망률의 변화를 보여주고 있음
- 이 그림에서 매우 흥미로운 발견 중 하나는 한국의 경우 사망률이 10-15세에서 가장

낮다는 것인데, 이는 Li-Lee-Gerland 모형에서 가장 낮다고 가정되는 연령대인 15-19세와는 큰 차이를 보임

라. 추계 과정 및 결과

- Li-Lee-Gerland 모형을 활용하여 추계하고자 Lee-Carter 모형으로 성별 사망률을 추계하여 기대수명의 변화를 살펴봄

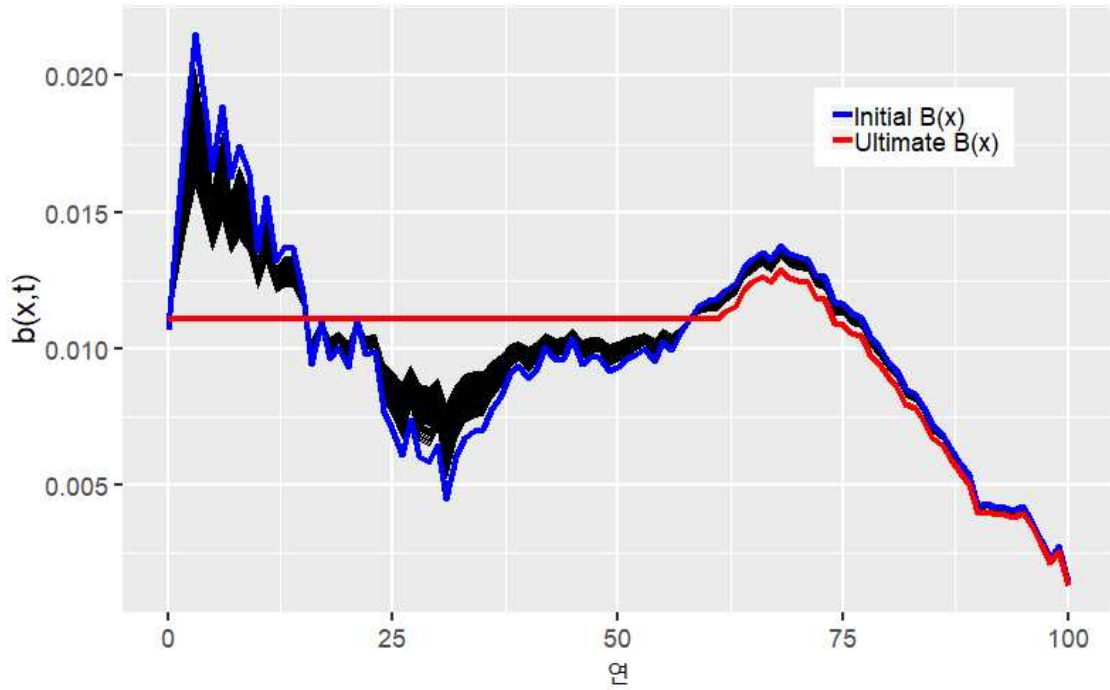
<그림 5.3> 성별 관찰 기대수명 및 추계 기대수명



주. 2017년 이후는 추계 결과

- 기대수명의 변화를 살펴보면 추계가 시작되는 2018년 80세가 넘어 Li-Lee-Gerland에 따르면 rotation이 시작되어야 함
- LLG의 모형은 궁극적 연령 패턴 $B(x,t)$ 에 도달하는 기대수명이 102세라고 설정하였는데, 위 그림의 자료를 보면 추계 기간 내 102세를 넘어서는 때가 없어 이런 가정을 유지
- 아래 그림은 $B(x,t)$ 의 값을 보여줌

<그림 5.4> 추정 $B(x,t)$

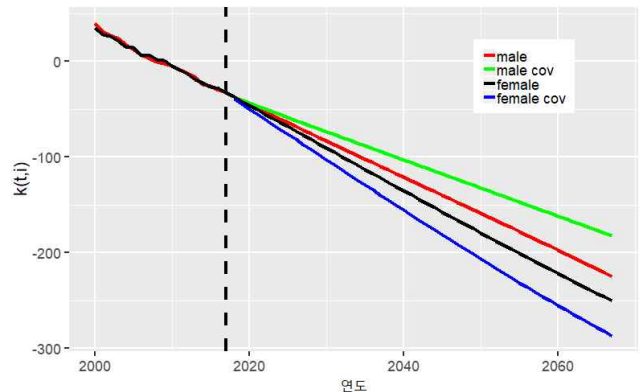
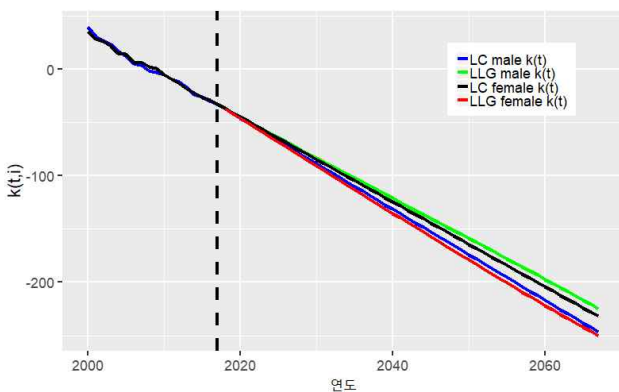


- 아래 그림은 $K(t,i)$ 의 값을 보여주며 다음 쪽에 몇몇 연령과 연도의 사망률 추계 결과를 제시함
- 1)과 2)의 y-축을 비교해 보면 설명 변수를 활용하여 추계할 경우 하락 속도가 빨라짐

<그림 5.5> 추정 $K(t,i)$

1) LC와 LLG $K(t,i)$ 의 비교

2) LLG 모형에서 설명 변수 유무별 $K(t,i)$



- 다음 그림은 추계 결과의 연령별 로그사망률을 보여줌
- 여기에서 제시하지 않았으나 용역발주기관에 보고한 자료에 따르면, 설명 변수를 사

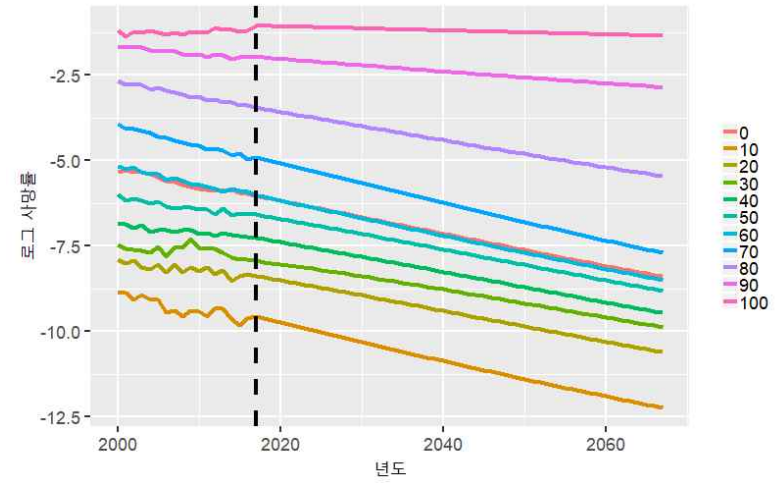
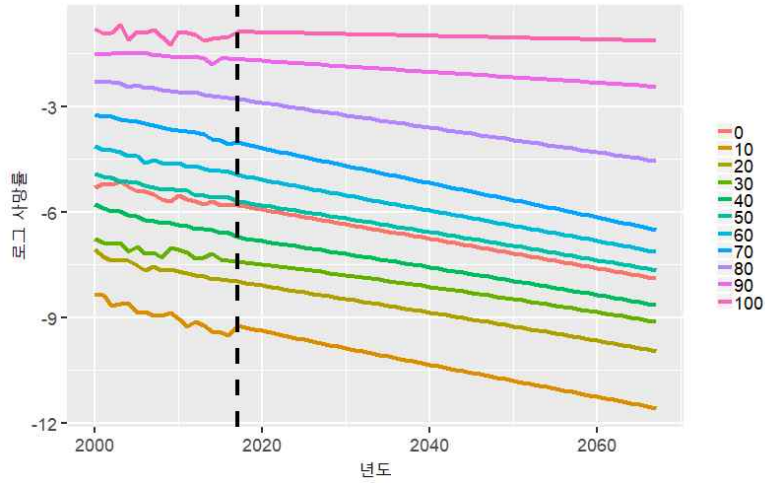
용하지 않았을 경우, 2067년 남자의 기대수명은 92.7, 여자의 기대수명은 95.9년으로 나타났으며, 설명 변수를 사용하면, 각각 90.7, 96.9로 나타남

<그림 5.6> 성별 10세 연령별 로그 사망률의 변화

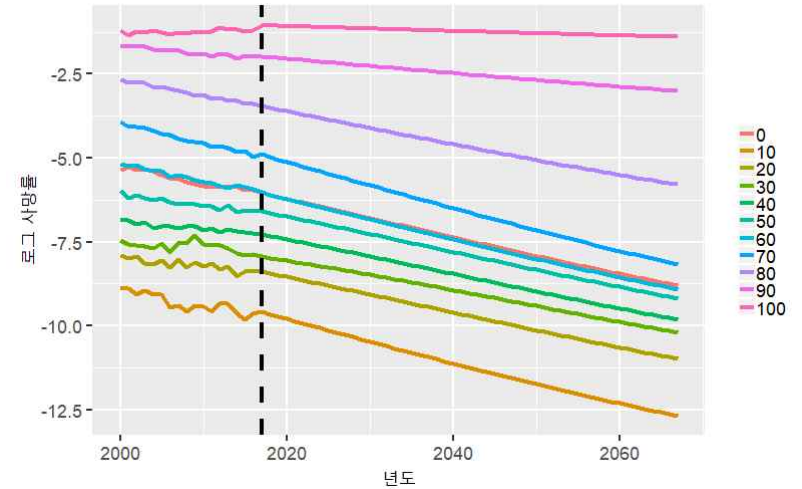
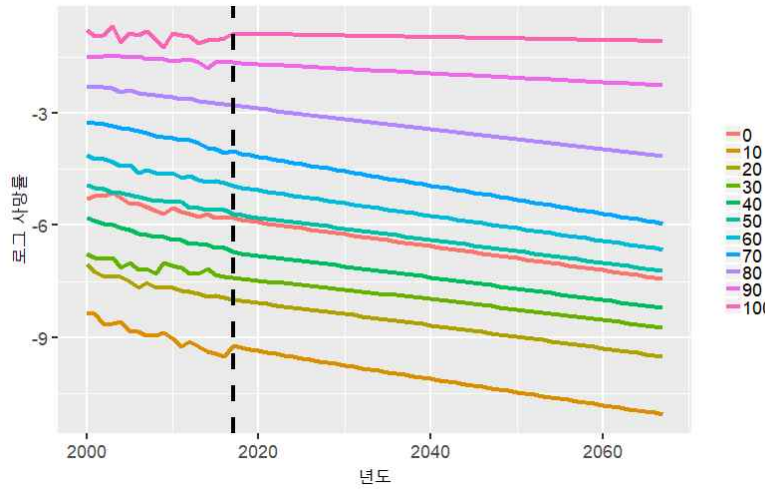
1) 남자

2) 여자

설명
변수
없음



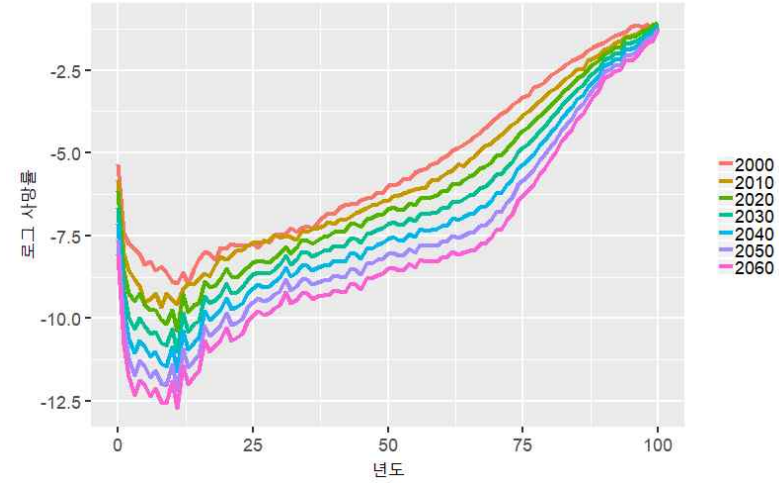
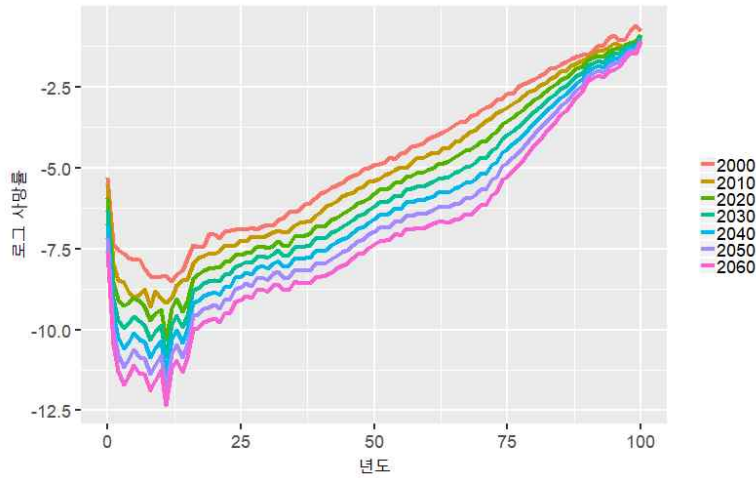
설명
변수
고려



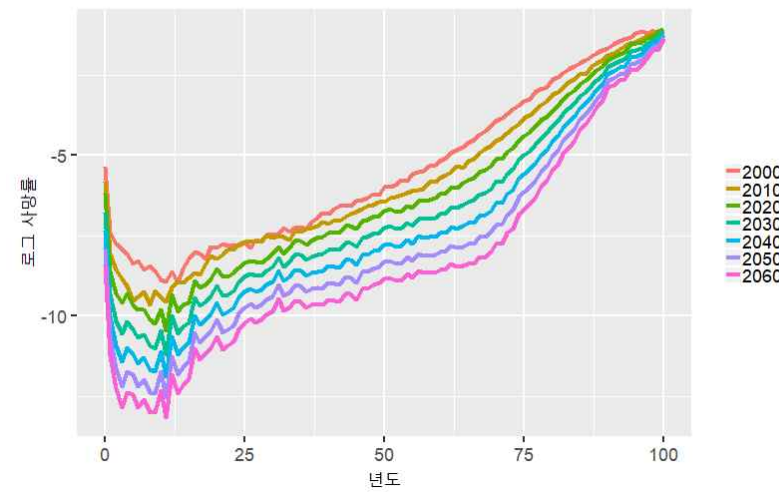
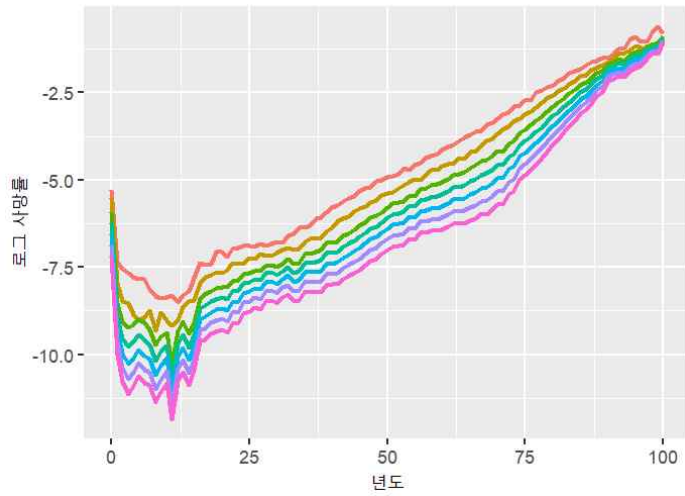
<그림 5.7> 성별 연령별 로그 사망률의 몇몇 연도별 변화
 1) 남자

2) 여자

설명
 변수
 없음



설명
 변수
 고려



6. 국제이동 추계

가. 문헌 검토

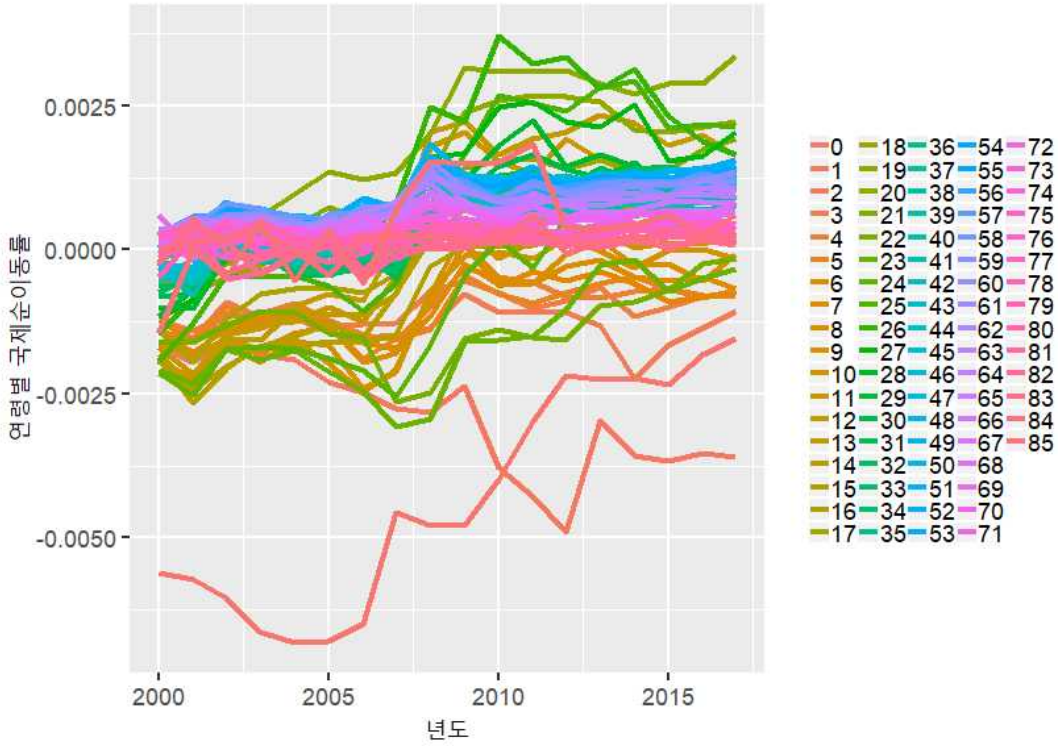
- (1) 국제 이동은 정치적, 경제적, 사회적 변화에 매우 민감하게 반응하는 부분으로 특정한 수리적 모형을 적용하는 것이 쉽지 않음
- (2) 2019년 통계청의 특별인구추계에서 사용한 방법을 요약하면 다음과 같음(통계청, 2019b)
 - 내국인의 국제이동은 최근 7년간(2011-2017년) 국제순이동 최대 및 최저연도를 제외한 후 5개년 평균 성 및 연령별 국제순이동률을 사용
 - 외국인의 경우 기간별 순이동 총량을 추계 후 성·연령별로 배분
 - 2030년까지는 외국인 정책계획상 체류외국인 순유입 전망 대비 국제순이동 실적 수준(2008-2017년 평균 80%) 활용
 - 2031년 이후는 최근 10년(2008-2017) 정주 목적 입국자 평균 규모인 31천명 수준으로 가정
 - 성·연령별 분포는 2017년 전체 체류자격 분포에서 2030년 정주목적 체류자격분포(2013-2017년 평균)로 변화한 후 동일 분포가 유지될 것으로 가정

나. 자료 분석

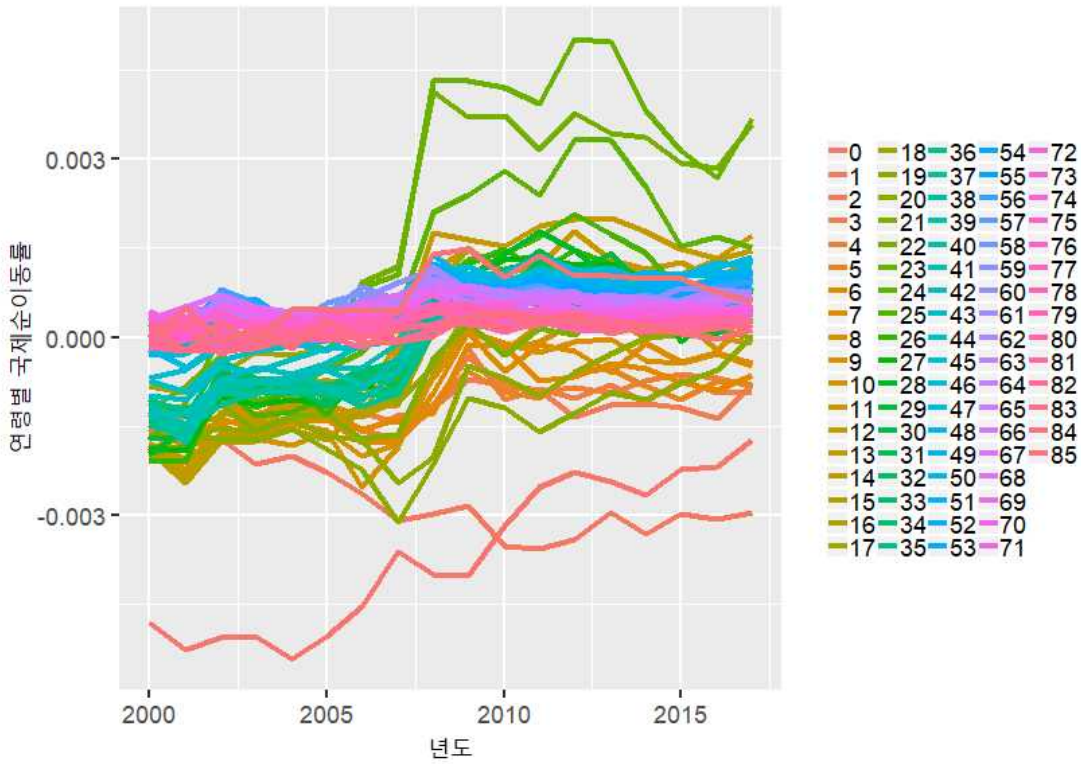
- <그림 6.1>와 <그림 6.2>는 연도별 내국인과 외국인의 연령별 국제순이동을 보여주고 있음

<그림 6.1> 연령별 내국인 국제순이동

1) 남자



2) 여자



- 내국인의 흐름에 있어 국제순이동이 음의 값을 가지지만, 그리 많지 않은 이동이라고 판단되며, 연도에 따라 뚜렷한 특징들을 찾아내기 어려우나, 최근으로 올수록 순이동의 음의 값이 줄어들고 있는 것으로 판단됨

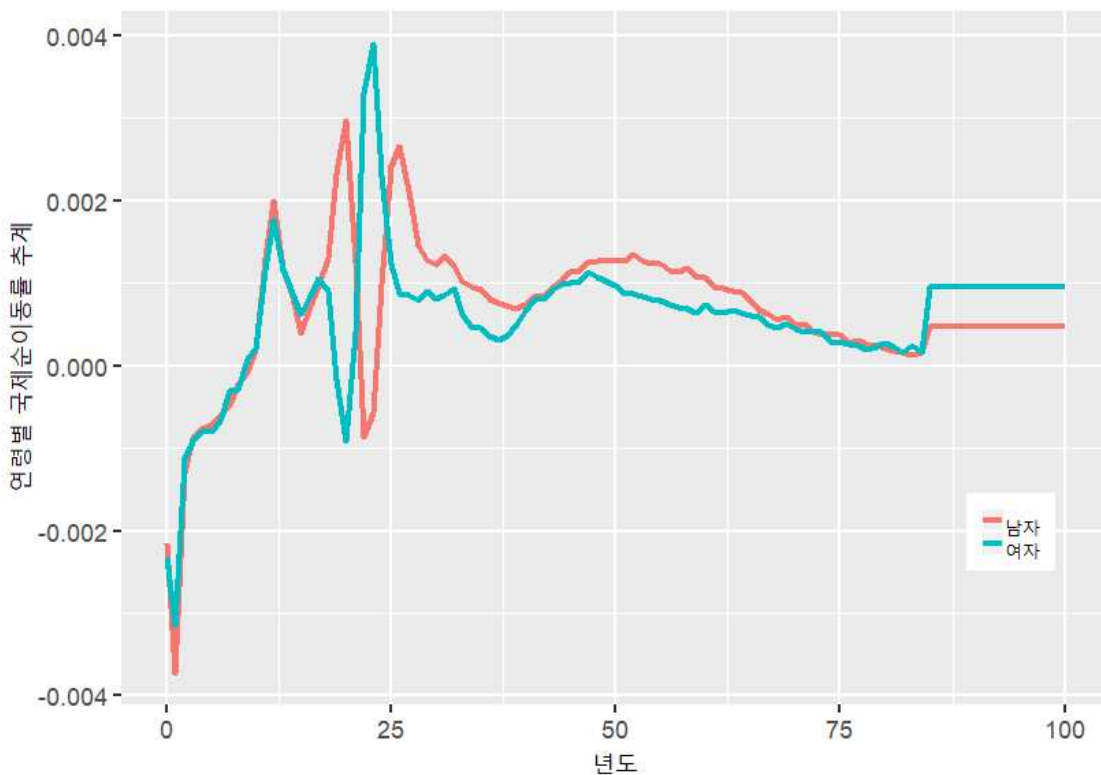
다. 추계 모형

- 이 연구에서도 통계청이 활용한 방법을 활용하여 2011년부터 2017년까지 국제인구이동율을 구한 다음 이 중 최댓값과 최솟값은 빼고 나머지 5개년도의 평균을 구하여 국제인구이동율을 구함

라. 추계 결과

- 다음 그림은 내국인 국제순이동률 추계값을 보여주고 있음

<그림 6.2> 내국인 국제순이동률 추계 값



- 내국인 국제이동률을 ‘율’로 추계하는 데 있어 문제가 발생하게 되는데, 앞서 코호트

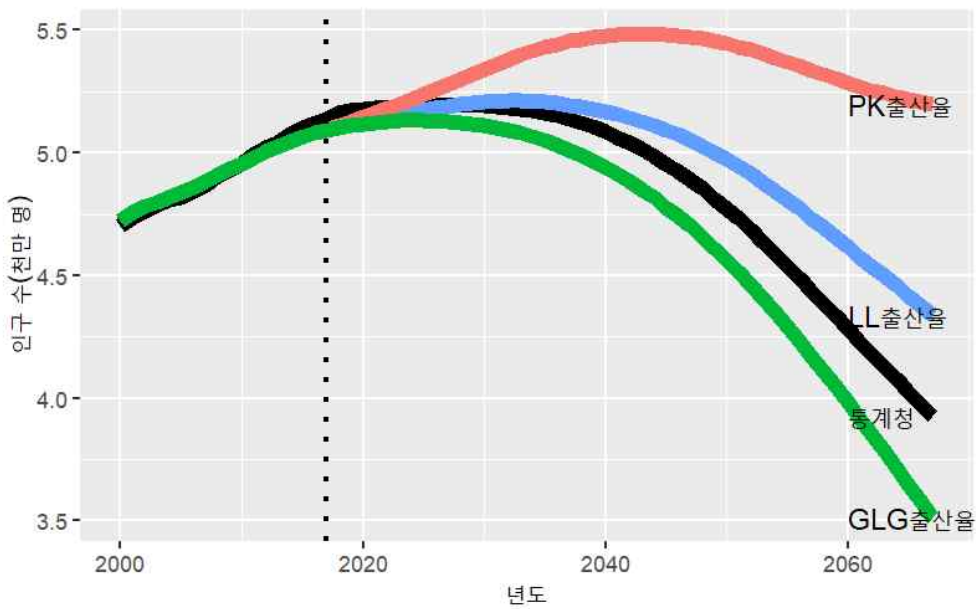
요인법에서 특정 년도의 인구수를 구하는 식 자체에 특정 년도의 국제이동자 수가 들어 있으나, 율이 주어졌을 때는 인구수를 통해 국제이동자 수는 추정하게 됨

- 다시 말해, 국제이동자 수를 구하기 위해서는 인구수가 있어야 하고 인구수가 있기 위해서는 국제이동자 수가 있어야 하는 순환론적 문제가 발생
- 이러한 문제를 해결하기 위해 여기서는 특정 해의 국제이동률을 이전 해의 인구수에 적용하여 국제이동자 수를 산출

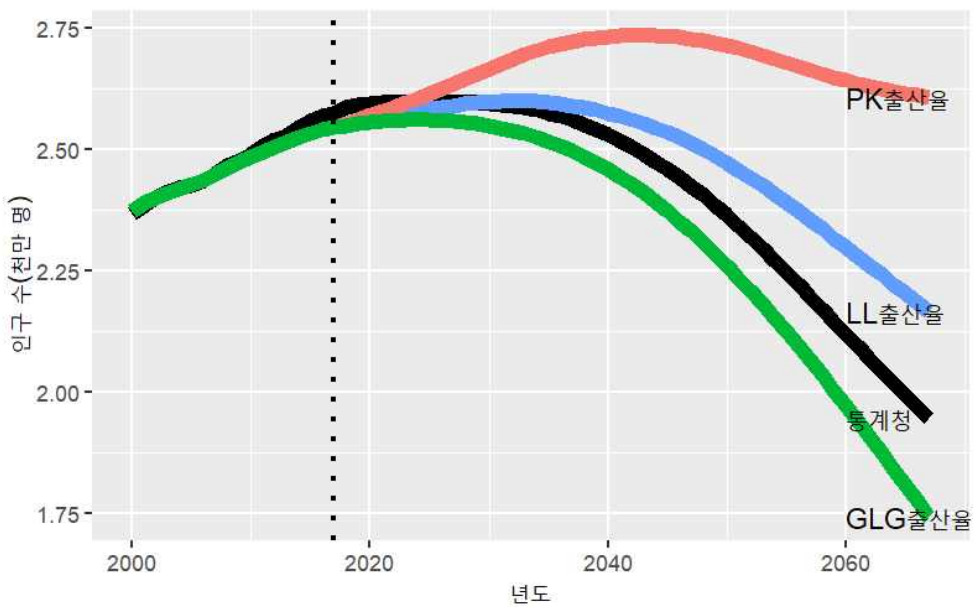
7. 추계 결과

가. 설명 변수를 고려하지 않았을 경우

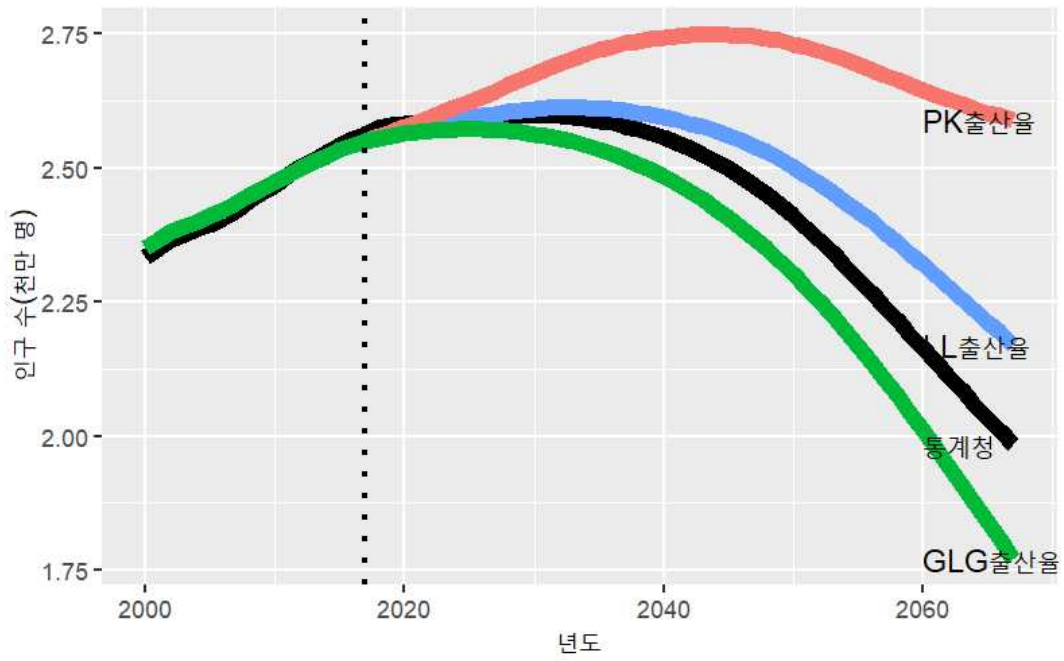
(1) 전체 인구



(2) 남자 인구

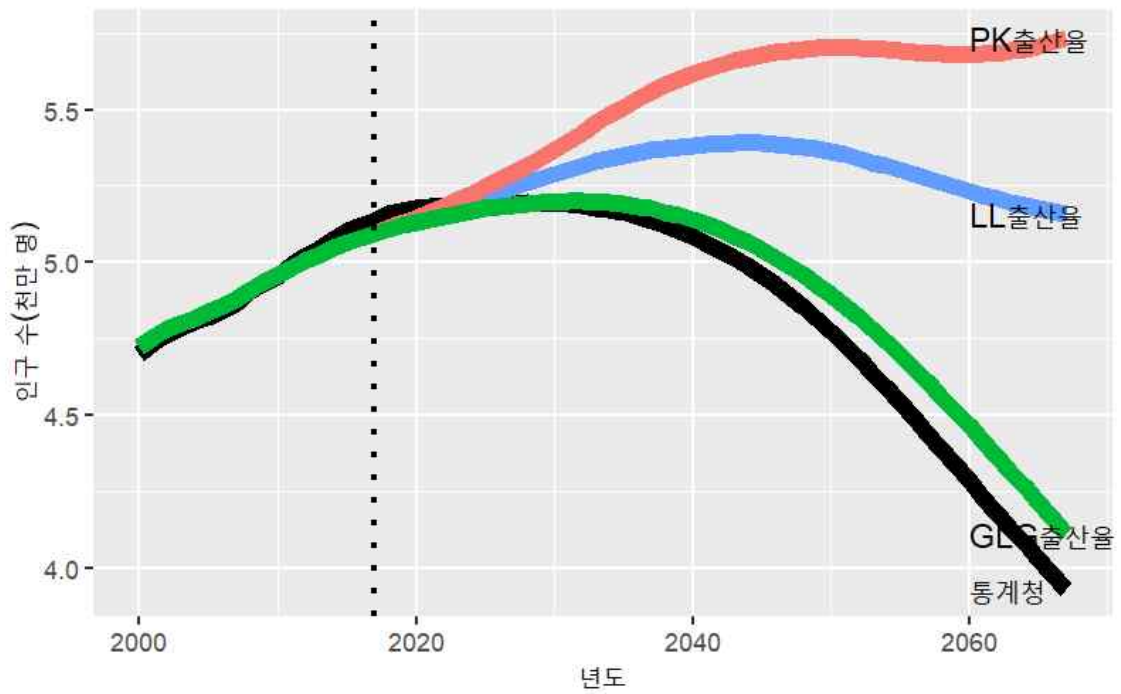


(3) 여자 인구

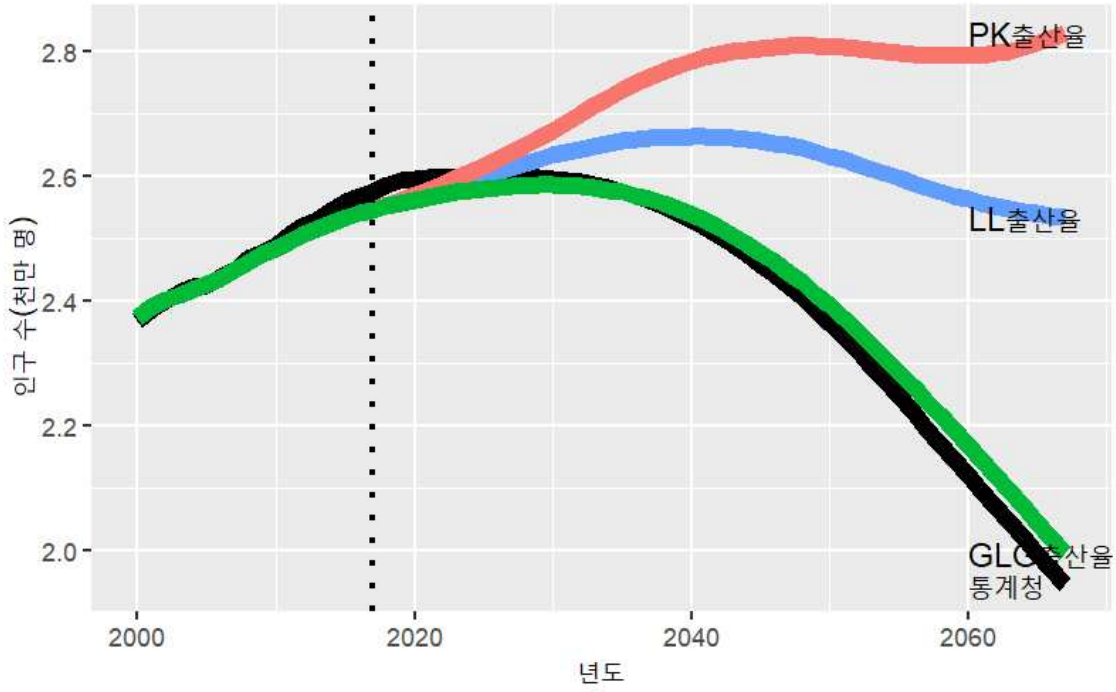


나. 설명 변수를 고려할 경우

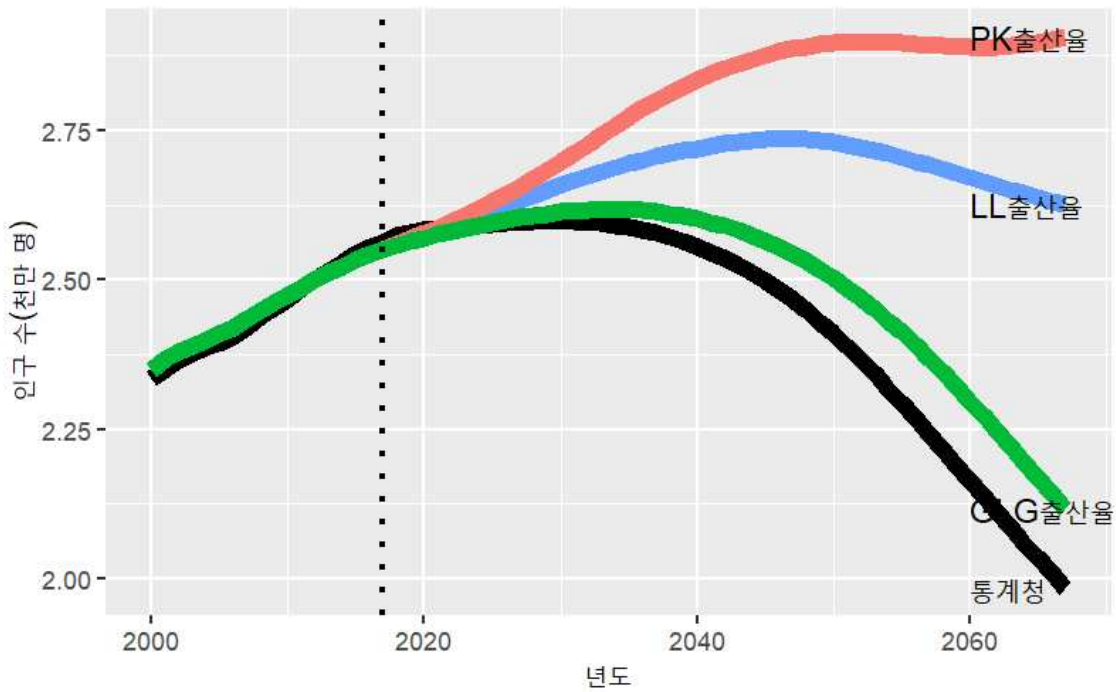
(1) 전체 인구



(2) 남자 인구

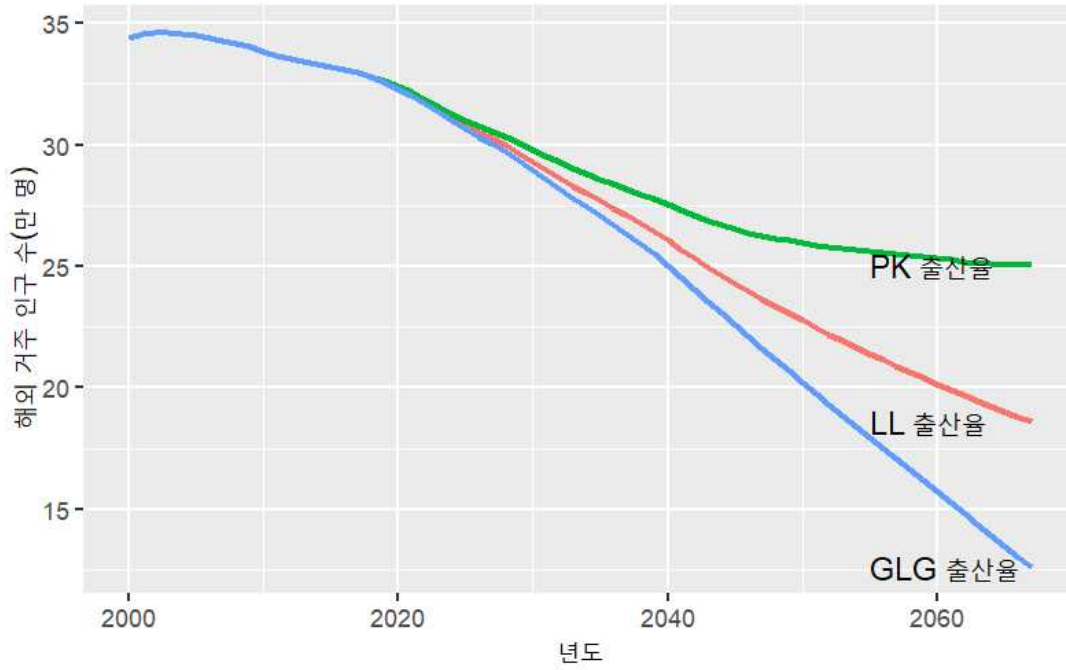


(3) 여자 인구

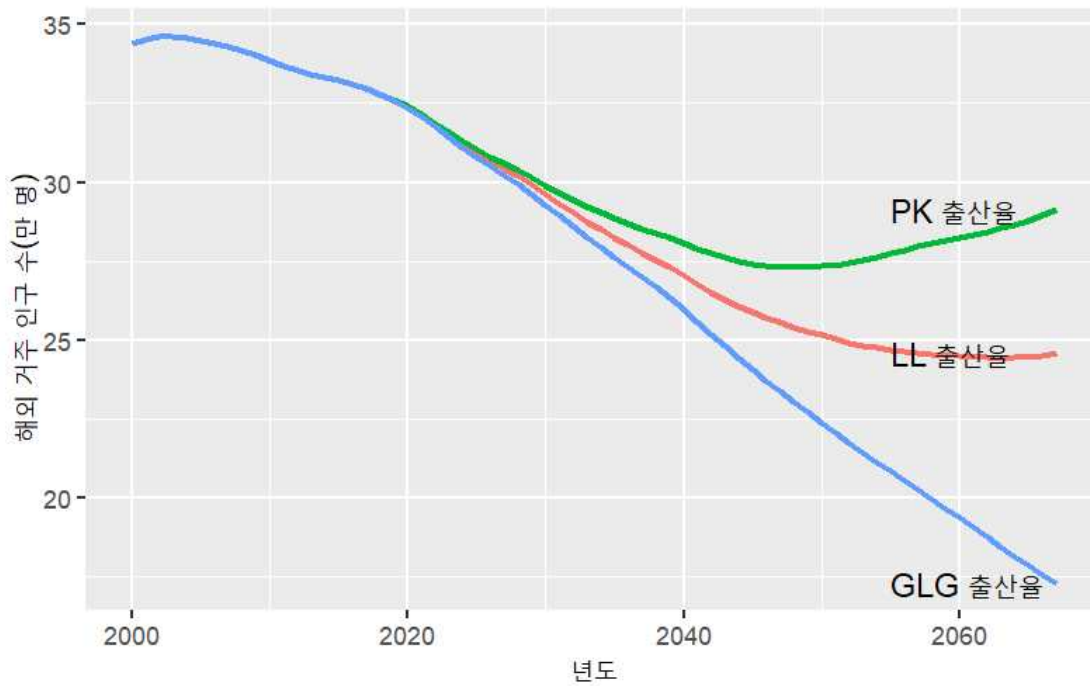


다. 해외 거주 한국인: 전체 인구

(1) 설명 변수를 고려하지 않았을 때



(2) 설명 변수를 고려했을 때



8. 외국인 장래인구추계

가. 외국인 인구의 추정과 장래인구추계

- 한 사회에 체류하는 외국인 인구를 추정하거나, 장래인구를 추계하는 작업은 미등록 이주자의 존재와 여러 분야의 다양한 법적·제도적 용어와 그 정의의 차이로 인해 매우 어려운 과정이며 불가피하게 복잡한 문제들과 연관될 수밖에 없음
- 외국인 인구의 추정과 추계는 대개 1) 외국인 또는 2) 미등록 이민자 집단의 규모와 구성에 관해 이해하는 것이 주요 목적
 - 외국인 인구:
 - 한 사회에 체류하는 외국인의 규모에 관한 자료가 충분하지 않을 때 외국인 인구를 추정하거나, 제한된 정보를 통해 외국인의 장래 인구변동을 전망하기도 함
 - 연구목적에 따라 시민권(citizenship), 출생지(nativity), 거주지(residency), 정체성(identity) 등 몇 가지 기준을 통해 외국인을 구분하며, 많은 경우 시민권(citizenship)을 기준으로 ‘외국인 인구(foreign population)’, 출생지(nativity)를 기준으로 ‘외국출생 인구(Foreign-born population)’를 구별하여 사용함
 - 미등록이민자 인구
 - 미국이나 유럽 등 서구사회에서 한 사회에 체류하는 미등록 이민자(unauthorized or undocumented immigrants)를 추정하거나 그들의 배경과 특성을 파악하고, 또 경우에 따라 인구추계에 반영하려는 목적으로 인구센서스나 사회조사 또는 외국인 관련 행정자료를 활용하기도 함
 - 일반적으로 미등록이민자는 불법이민자를 통칭하지만, 연구목적 또는 관심사에 따라 입국, 체류, 취업 등 개별 사안별로 밀입국자, 불법체류자, 불법취업자 등으로 세분하여 살펴보기도 함
- 여기에서는 우리 사회에 상주하는 외국인의 장래인구를 추계하는 것을 목적으로 함
 - 시민권 여부를 통해 외국인을 구분하고, 국내 90일 이상 체류하는 외국인 인구
 - 밀입국자 등 불법으로 입국하는 외국인은 없다고 간주하고, 다만 출국기한을 넘겨 국내에 체류하는 외국인은 포함함

나. 외국인 인구의 추정·추계방법

□ 외국인 인구를 추정 또는 추계하는 방법은 아직 체계적으로 정립되어 있지 않으며, 오히려 각 사회의 특수성 또는 가용한 자료 등을 고려한 연구자의 능력과 판단에 의존하여 다양한 방법이 적용되고 있음. 여기에서는 대표적인 외국인 인구의 추계방법 몇 가지를 간략히 소개함(Lemaitre and Thoreau. 2006; OECD 2005; Van Hook et al. 2006)

□ 코호트 요인법(cohort component method)

○ 앞서 설명한 장래인구추계 방법과 동일하며 국적이탈과 국적취득에 해당하는 항이 추가됨

$$- S_{t1} = S_{t0} + (B_{t0,t1} - D_{t0,t1}) + (I_{t0,t1} - O_{t0,t1})$$

- S는 외국인 인구, B와 D는 출생과 사망, I와 O는 유입과 유출

○ 인구이동의 유입(I)과 유출(O)의 경우 국적 기준으로 각각 국적이탈(L)과 국적취득(N)으로 세분화할 수 있음

$$- S_{t1} = S_{t0} + (B_{t0,t1} - D_{t0,t1}) + (I_{t0,t1} - O_{t0,t1}) + (L_{t0,t1} - N_{t0,t1})$$

○ 이론적으로 외국인의 출생(B), 사망(D), 인구유출입(I, O) 등 각 요소를 정확히 파악할 수 있다면 외국인 인구의 추계가 가능하지만, 국적이탈(L)과 취득(N)이 국내 체류 중 발생하는지 여부를 확인할 방법이 여의치 않으며, 미등록이민자 파악에 한계가 있음

□ 모수적 방법(parametric method)

○ 전체 인구와 외국인 인구, 또는 외국인 인구 내 특정 요소들을 모수를 포함하는 수식으로 표현하고, 이를 통해 장래 외국인 인구를 추정하는 방안도 있음

○ 예컨대, 두 시점의 외국인 인구를 알지만 외국인의 사망 또는 출국에 관한 자료가 가용하지 않을 때,

$$- S_{t1} = S_{t0} + (B_{t0,t1} - D_{t0,t1}) + (I_{t0,t1} - O_{t0,t1})$$

- 위 수식에서 사망과 출국 인구를 $O_{t,t+1} + D_{t,t+1} = \alpha S_t$ 라고 놓고,

- $S_{t+1} = S_t + (B_{t,t+1} + I_{t0,t1}) - \alpha S_t$ 로 변환한 후 α 의 추정을 통해 외국인 인구의 장래 추계가 가능함

□ 사회조사를 통한 방법(survey method)

○ 서베이를 통해 체류 외국인을 추정하는 방법이 가능하며, 주요 특성별 외국인 인구의 추정 은 물론 입국, 체류, 취업 등 다양한 항목에 관해 비교적 자세한 정보의 획득에 용이하며, 패널 등 종단자료로 구성할 경우 체류 외국인의 출국시기, 체류기간, 취업이력 등 심도 있는 분석이 가능함

- 미등록 이민자의 추정과 추계: 미국이나 유럽 등 서구사회에서 미등록 이민자를 추정하기 위해 다양한 방법들이 활용되고 있음(Baker 2018; Jandl 2004; Passel and Cohn 2018)
 - 잔존법(residual method):
 - 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 인구센서스 등 미등록 이민자를 포함하는 인구 자료에서 이민자 인구를 확인 후, 신고·행정자료 상 적법한 절차를 거쳐 입국한 이민자의 수를 빼고 남은 인구를 미등록 이민자로 간주하여 추정하는 방법
 - 조사방법(survey method) 또는 승수추정법(multiplier estimation method):
 - 사회조사 또는 가용한 자료를 통해 이민자 중 미등록 이민자의 구성 비율을 확인 후 이를 사회 전체 인구에 적용하는 방식
 - 수리적추론법(capture-recapture method)
 - 집단생물학(population biology)에서 유래된 방법으로 예컨대, 특정 지역 호수 내 물고기를 포획하여 표식을 한 후 풀어 준 뒤, 두 번째 시점에서 다시 같은 수의 물고기를 포획하였을 때 다시 잡힌 물고기(표식)의 숫자를 토대로 전체 개체수를 수리적으로 추정함
- 외국인 인구의 추정과 추계의 한계
 - 외국인 관련 통계의 제약
 - 공개된 국적변동·국제이동 자료 내 성별·연령별 구성 정보 제약이 있음
 - 외국인 관련 행정제도의 미비
 - 다문화가정의 정의가 분야별로 다름(법적 정의 vs 학술적 정의)
 - 행정·등록자료 내 귀화자의 국적 정보(예, 사망신고 내 출생 시 국적)
 - 외국인 가정의 출생·사망 자료 부재
 - 센서스 또는 조사자료 내 최근 입국한 외국인의 높은 무응답률
 - 외국인 관련 사회조사의 제약 또는 부족
 - 국제 비교가 가능하고, 추세를 확인할 수 있는 자료의 부재

다. 국내 선행연구

- 한국 사회에 체류하는 외국인 인구를 추정 또는 추계하는 방법에 관한 연구는 양경진·김형석(2008), 양경진(2009)을 제외하고 거의 찾아보기 어려워 관련 연구가 절대적으로 부족함
 - 선행연구들은 행정자료를 활용하여 국내 체류 외국인을 조선족, 중국인, 그 외 기타로 세

집단으로 구분하여 단순한 형태의 시나리오로 외국인 인구를 추계하거나(양경진·김형석 2008), 가용한 외국인 자료를 통해 행정자료와 센서스 자료 간 외국인 인구의 괴리 등 문제점들을 지적함(양경진 2009)

라. 국내 외국인 인구 자료

□ 외국인 인구를 추계하는 작업에 활용할 만한 자료는 우리 사회에서 몇 가지로 제한되고 있으며, 여기에서는 각 자료와 그 특성을 간략히 정리함

○ 인구센서스

- 통계청 국가통계포털(KOSIS)을 통해 1966년 이후 성 및 연령별 외국인 인구를 확인할 수 있으며 시계열 분석 등 추세 분석에 활용이 가능함
- 상주인구 개념으로 90일 이상 국내 체류 외국인을 포함하고 있음
- 지난 2005년 센서스부터 샘플 원자료에 국적이 포함되어 외국인 식별이 가능함

○ 국제이동통계

- 법무부 출입국자료를 기초로, 상주지를 떠나 90일을 초과한 내·외국인 국제이동자를 입국 및 출국으로 간주하여 통계청에서 집계함
- 체류기간 90일 이하의 단기비자로 입국한 외국인이 체류기간을 초과하여 불법체류하거나 체류자격을 변경하여 90일을 초과한 경우도 포함하지만, 밀입국, 여권위조, 무단하선 등의 국제이동은 제외됨
- 체류기간과 상관없이 전수조사하는 법무부 출입국자통계와 차이가 있음

○ 출입국자및체류외국인통계: 제2019-44호 통계작성의 변경승인 고시

- 출입국 정보를 기반으로 극소수 밀입국자를 제외하고 정확도가 매우 높지만, 원자료 이용이 불가하고 상세정보 이용에 제약이 있음
- 체류외국인: 장기 및 단기체류 외국인, 해외국적동포의 거소신고 등을 포함

○ 이민자체류실태및고용조사(법무부·통계청 2018)

- 2017년 이후 실시한 조사 자료로서 주로 고용과 노동 분야에 관한 설문으로 구성됨
- 만15세 이상 이민자 중 91일 이상 거주한 상주인구를 대상으로 하며, 불법체류자는 제외되고, 최근 5년 내 귀화허가자 포함

□ 국내 외국인 인구 자료의 문제점

- 각 자료마다 ‘외국인’의 정의가 조금씩 다름

- 불법 vs 합법: 대개 합법적인 입국을 전제로 하고 있으나 자료마다 체류자격에 따른 차이 존재
- 장기 vs 단기: 자료마다 90일 이상 체류 여부가 다름
- 시민권 vs 정체성: 대개 현재 국적 위주 분류를 사용하나, 자료마다 귀화자 포함여부가 다름(cf. 출생국적)
- 자료 간 외국인 인구의 불일치가 존재
 - 「출입국자 및 체류외국인통계」 2017년 체류외국인 2,180,498명 - 단기체류 597,399명 = 1,583,099명 (상주인구)
 - 「등록센서스」 2017년 외국인 1,479,247명(11월 1일 기준)

마. 외국인 인구추계방법

(1) 주요 전략

- 국제비교와 자료의 일관성을 위해 ‘국내 90일 이상 체류하는 현재 외국 국적을 갖고 있는 인구’를 외국인으로 정의하고 불법체류자 등을 포함하여 국내 외국인 인구를 추계함
 - 자료: 통계청에서 제공하는 「인구센서스」와 「국제이동통계」 등을 활용하고, 경우에 따라 2010년과 2015년 인구센서스 2% 샘플 원자료를 활용함
 - 방법: 앞서 설명한 내국인 장래인구추계 방법과 조화를 이해 코호트요인법을 적용하되, 내국인과 국내 상주 외국인 인구를 추정하는 다집단인구추계(multi-group population projection) 방식을 채택함
- 상술한 외국인 인구추계를 위한 코호트요인법을 적용하고 각 요인별 적용방법은 후술함
 - $S_{t1} = S_{t0} + (B_{t0,t1} - D_{t0,t1}) + (I_{t0,t1} - O_{t0,t1})$
 - 인구센서스와 국제이동통계 자료를 통해 기준인구(S_{t0}), 유입(I)과 유출(O)을 직접 확인하는 것이 가능함
 - 외국인의 출산(B)과 사망(D)에 관한 사항은 가용한 자료를 통해 검토함

(2) 각 요인별 추계방법의 검토

(가) 외국인 기준인구(S_{t_0}) :

□ 인구센서스의 외국인 인구를 토대로 기준인구(base population)를 작성함

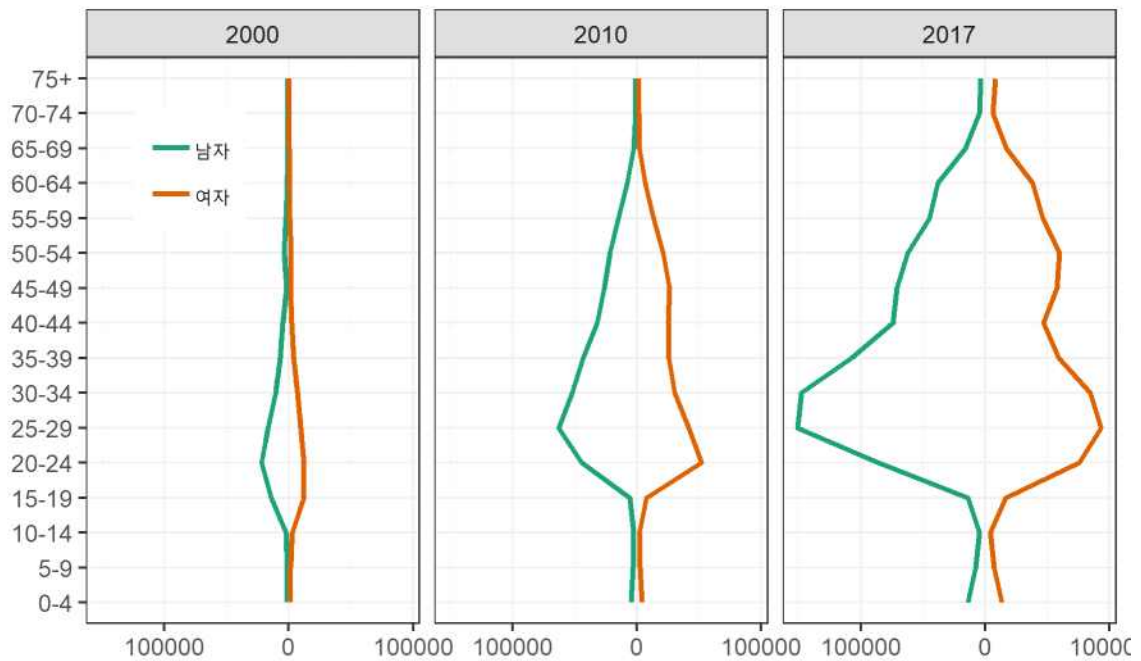
- 2000년 이후 빠르게 증가하던 국내 외국인 인구가 2015년 이후 증가세가 안정되고 있음
- 청장년층 외국인 인구가 빠르게 증가하고, 특히 20대 후반과 20대 외국인 인구의 증가가 두드러지고 있으며, 여성 보다는 남성이 좀 더 많은 것으로 확인됨

<표 8.1> 인구센서스에 집계된 외국인 인구

항목	2000	2005	2010	2015	2016	2017
외국인	150,812	237,517	589,532	1,363,712	1,413,758	1,479,247
남자	90,401	158,304	326,202	788,663	815,467	845,663
여자	60,411	79,213	263,330	575,049	598,291	633,584

자료: 인구주택총조사 각 연도(KOSIS 2019)

<그림 8.1> 인구센서스에 수록된 외국인의 성 및 연령별 인구, 2000, 2010, 2017



자료: 인구주택총조사(2019)

- 기준시점인 2017년에 맞춰 등록센서스의 성 및 연령별 외국인 인구를 기준인구로 활용함
 - 센서스의 경우 국내 90일 이상 체류 외국인을 포함하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 따라서 해당 자료는 국내 등록외국인은 물론 합법적인 체류기간을 지났음에도 출국하지 않은 외국인들을 포함하고 있음.
 - 하지만 불법체류 외국인 등 미등록 외국인의 규모를 정확하게 파악하는 것은 현실적으로 어려움이 있으며, 현장조사 시 미등록 외국인의 응답 회피 또는 밀입국 등 여러 상황을 고려하면 미등록 외국인의 규모가 과소추정될 가능성을 배재할 수 없음
 - 등록센서스에 제시되고 있는 연도별 외국인인구는 11월 1일 기준집계로 기준시점을 변환할 필요가 있으며, 아울러 2017년 성 및 연령별 외국인인구를 5세 연령집단으로 제공되고 있어 각세별로 변환하는 작업이 필요함

□ 외국인인구의 기준시점 변환

- 인구센서스의 기준시점은 11월 1일인데 반해, 장래추계인구의 기준시점은 7월 1일이므로 등록센서스의 외국인인구를 기준시점을 변환할 필요가 있음
- 기준시점의 변환을 위한 자료가 충분하지 않음을 감안하여 등록센서스를 통해 제공되고 있는 2016년과 2017년 5세 연령집단 외국인인구를 토대로 보간법을 통해 기준시점인 2017년 7월 1일 인구를 추정함

$$P_b(x) = \frac{(365 - 242)}{365} \cdot P_{2016}(x) + \frac{(242)}{365} \cdot P_{2017}(x)$$

□ 외국인인구는 5세 연령집단을 각세별로 변환하여 작업함

- 인구학에서 과거 개발도상국 등 일부 사회에서 연령의 불규칙한 분포(ex., age heaping)를 평활화(smoothing)하는데 사용하던 방법 중 하나를 응용하기로 함(United Nations 1983: 244-247)
- 가장 최근 2015년 20% 샘플 자료에 포함된 외국인의 성별·연령별 인구구성 비율을 표준연령분포(standard age distribution)로 삼고 이를 토대로 2017년 외국인 인구의 성별·연령별 인구구성 비율을 추정함
 - 2017년 센서스는 아직 샘플 자료가 공개되지 않고 있음
- 2015년(표준인구)과 2017년 외국인 인구를 성별로 구분한 후 5세 간격 연령별 누적인구를 각각 아래의 식을 통해 변환함
 - 외국인 인구는 유소년층 인구가 고령층 보다 더 많은 특성을 감안하여, 누적인구를 ‘내림차순’으로 정렬하여 상술한 과정을 진행하기로 함(<표 6.2>와 <표 6.3> 각각 참조)

$$Y(x) = \ln[(1.0 + C(x))/(1.0 - C(x))]$$

- $C(x)$ 는 전체 인구 중 연령 x 세까지 누적인구 비율
- 위 식으로 변환한 값들을 토대로 두 집단의 관계를 상수항이 없는 이차식 형태로 파악함

$$Y^*(x) = \alpha Y_s^2 + \beta Y_s$$

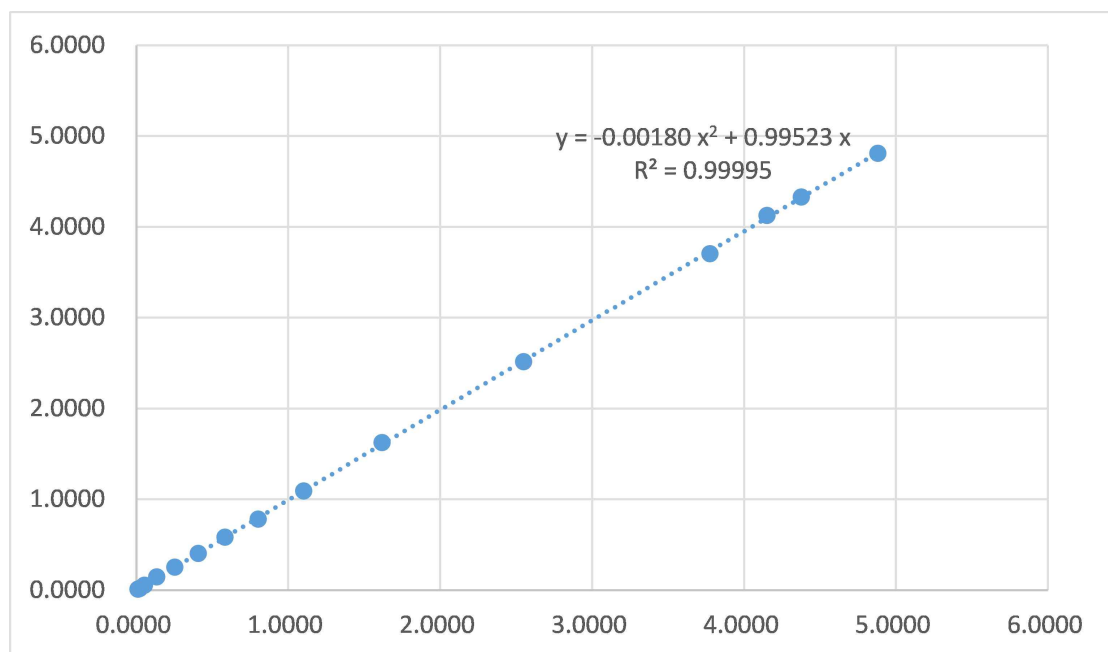
- $Y^*(x)$ 는 추정하려는 집단(ex., 2017년)의 x 세 누적인구 비율의 변환 값
- Y_s 는 표준인구(s)의 x 세 누적인구 비율의 변환 값
- 2017년 외국인 남성과 여성의 이차식 추정결과는 각각 아래와 같음
 - 남성: $\alpha = -0.00180$, $\beta = 0.99523$
 - 여성: $\alpha = 0.00248$, $\beta = 0.97885$
- 2015년(표준인구) 각세별 연령 분포를 위 이차식에 대입하고, 아래의 식을 통해 변환과정을 역산하여 2017년 외국인 인구의 연령별 분포를 추정함

$$C^*(x) = (\exp[Y^*(x)] - 1.0) / (\exp[Y^*(x)] + 1.0)$$
- 2017년 성별·각세별 인구의 추 정과정에서 구체적인 2017년 성 및 연령별(각세별) 외국인 인구 추정자료는 부록에 제시함

<표 8.2> 연령별 누적인구 비율과 변환과정: 남성

연령구간(x)	누적분포		변환값(Y(x))	
	2015	2017	2015	2017
75	0.0056	0.0047	0.0113	0.0093
70	0.0110	0.0099	0.0221	0.0198
65	0.0271	0.0282	0.0542	0.0564
60	0.0669	0.0725	0.1341	0.1452
55	0.1258	0.1257	0.2530	0.2528
50	0.2005	0.2003	0.4064	0.4060
45	0.2841	0.2840	0.5842	0.5841
40	0.3809	0.3731	0.8022	0.7840
35	0.5014	0.4981	1.1024	1.0936
30	0.6687	0.6711	1.6166	1.6254
25	0.8551	0.8506	2.5493	2.5164
20	0.9551	0.9519	3.7742	3.7030
15	0.9690	0.9682	4.1518	4.1247
10	0.9752	0.9739	4.3771	4.3276
5	0.9849	0.9838	4.8806	4.8095
0	1.0000	1.0000		

<그림 8.2> 5세 간격 연령별 누적인구 비율의 변환 값 비교: 남성

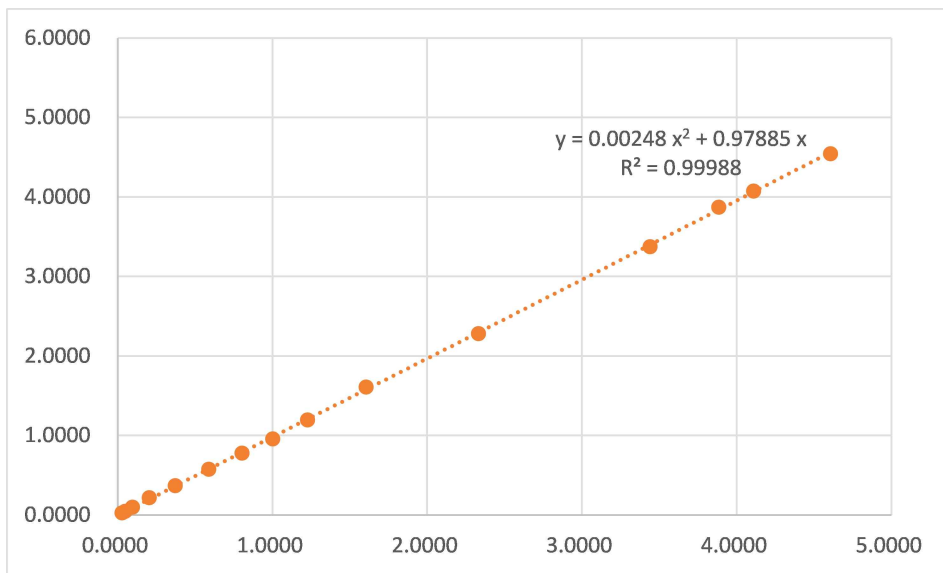


- 주: 1) 누적인구 비율의 변환과정은 본문 참조
 2) 추세선은 상수항이 없는 이차항으로 수식은 그림에 표시됨

<표 8.3> 연령별 누적인구 비율과 변환과정: 여성

연령구간(x)	누적분포		변환값(Y(x))	
	2015	2017	2015	2017
75	0.0137	0.0134	0.0274	0.0267
70	0.0234	0.0231	0.0468	0.0463
65	0.0468	0.0496	0.0937	0.0993
60	0.1009	0.1090	0.2025	0.2188
55	0.1832	0.1828	0.3706	0.3698
50	0.2851	0.2794	0.5864	0.5740
45	0.3812	0.3708	0.8030	0.7787
40	0.4622	0.4451	1.0002	0.9572
35	0.5460	0.5360	1.2253	1.1971
30	0.6654	0.6666	1.6050	1.6091
25	0.8226	0.8149	2.3298	2.2830
20	0.9378	0.9337	3.4397	3.3727
15	0.9597	0.9592	3.8844	3.8712
10	0.9676	0.9665	4.1078	4.0738
5	0.9802	0.9789	4.6051	4.5431
0	1.0000	1.0000		

<그림 8.3> 5세 간격 연령별 누적인구 비율의 변환 값 비교: 여성



- 주: 1) 누적인구 비율의 변환과정은 본문 참조
 2) 추세선은 상수항이 없는 이차항으로 수식은 그림에 표시됨

(2) 출산(B):

□ 국내 거주 외국인(현재 국적)의 출산력을 추정할만한 자료가 확인되지 않고 있기 때문에,

이 연구에서는 인구센서스 2% 샘플 원자료를 통해 외국인 여성의 출산율을 간접적으로 추정하고 그 결과를 적용하기로 함

- 국내 선행연구는 주로 국제결혼을 중심으로 이주여성의 한국 국적 출생아를 분석(예, 김현식 2015, 2018; 유정균 2015; 유삼현 2017)한 것으로, 현재 국적을 기준으로 외국인의 해외 국적 출생아에 초점을 두는 이 연구와 차이가 있음

□ 신생아의 대부분이 생모와 함께 거주한다는 점에 착안하여 출산율을 간접적으로 추정하는 방법(Own-children method)을 활용함(Cho, Retherford and Choe, 1986; United Nations, 1983)

- 가구 구성원이 모두 포함된 조사에서 15~49세 외국인 여성이 만0세의 외국인 유아(현재 국적 기준)와 동거할 경우 지난 1년 이내 국내에서 출산한 것으로 간주하여 국내 외국인의 연령별 출생률을 추정함
- 국제결혼 등 부모 중 한 쪽이 한국인인 경우 자녀가 모두 한국인이라고 간주하고 분석에서 제외하였으며, 외국인 여성이 외국인 자녀를 출산한 사례만을 분석함

<표 8.4> 동거자녀추정법(own-children method)에 기초한 해외 국적 여성의 출생률 추정

	2010	2015
15-49세 해외 국적 여성	1,853	1,729
15-49세 해외 국적 여성의 만0세 자녀	261	183
15-49세 해외 국적 여성의 만0세 해외 국적 자녀	4	4
해외 국적 여성의 합계출산율(해외 국적 자녀 출산) 추정(1)	0.085	0.046
당해 연도 전체 합계출산율(2)	1.226	1.239
비율(1)/(2)	0.069	0.037

주: 1) 2010년과 2015년 인구센서스 2% 샘플 원자료에 기초하여 작성함
 2) 사례수는 가중치를 적용하지 않은 숫자이며, 해외 국적 여성의 합계출산율은 외 국적을 지닌 자녀들만을 그 대상으로 가중치 적용한 연령별출산율을 합하여 추정한 결과
 3) 당해 연도 전체 합계출산율은 당해연도(1월 1일~12월 31일) 기준인데 반해, 해외 국적 여성의 추정 합계 출산율은 센서스 기준시점을 대상으로 과거 1년 간을 그 대상으로 함(한 해 전 11월 1일~10월 31일)
 자료: 인구센서스 2% 샘플 원자료 2010, 2015; KOSIS(2019)

□ 분석결과에 의하면 국내 거주 해외 국적 여성 중 해외 국적 자녀를 출산하는 경우는 매우 드문 것으로 확인됨

○ 합계출산율로 계산할 경우에 각각 2010년 0.085, 2015년 0.046으로 추정되며, 같은 기간 우리나라의 합계출산율(2010년 1.226, 2015년 1.239)과 비교해 각각 6.9%와 3.7%에 해당하는 매우 낮은 수준으로 나타남(<표 6.4>와 <그림 6.2> 참조)

○ 대안적인 자료가 없는 점을 고려하여 해외 국적 여성의 출산율의 추세변화가 한국 여성과 유사하다고 가정하고, 2010년과 2015년 상대적인 출산력 수준의 평균을 외국인 여성의 외국인 자녀 출산율로 적용하도록 함

□ 결과적으로, 국내 해외 국적 여성들의 해외 국적 자녀 출산율이 우리나라의 연령별 출산율과 합계출산율의 약 5.3%(6.9%와 3.7%의 평균) 수준을 유지한다고 가정함

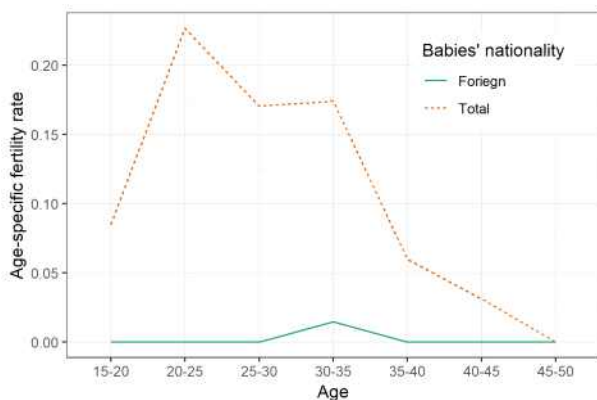
○ 출생성비의 경우, 국내 거주 외국인 여성이 외국인 자녀 출산 시 출생성비에 관해 알려진 정보가 없는 만큼 우리나라 전체 출생성비와 동일하다고 간주함

$$TFR_{Foreign} = \sum_{15}^{49} (ASFR \times 0.053)$$

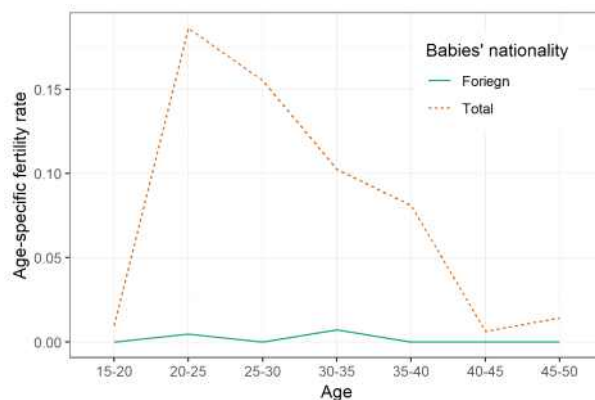
$$SRB_{Foreign} = SRB$$

TFR(total fertility rate): 합계출산율
 ASFR(age-specific fertility rate): 연령별 출산율
 SRB(sex ratio at birth): 출생성비

<그림 8.4> 국내 해외 국적 여성의 해외 국적 자녀 연령별 출생률



가. 2010년 센서스



나. 2015년 센서스

주: 1) 2010년과 2015년 인구센서스 2% 샘플 원자료에 기초하여 작성함
 2) 점선은 해외 국적 여성의 0세 자녀를, 실선은 해외 국적 여성의 해외 국적 0세 자녀를 기초로 가중치를 적용하여 연령별 출산율을 산출하고 이를 5세 간격으로 제시함
 3) 센서스 기준시점을 대상으로 과거 1년간을 그 대상으로 함(한 해 전 11월 1일~10월 31일)
 자료: 인구센서스 2% 샘플 원자료 2010, 2015

(3) 사망(D):

- 국내 거주 외국인의 사망력 수준이 한국인들과 동일하다고 가정
 - 국제 이주자의 사망력 수준은 자료와 방법론의 제약으로 추정하기 어려운 분야로, 특히 출신국적이 아닌 현재 국적에 기초하여 외국인의 연령별 사망률은 추정할 수 있는 자료가 확인되지 않고 있음
 - 일반적으로 국제 이주자들은 이주 및 이동과정의 선별성(selection) 등으로 비이주자들에 비해 보다 나은 건강 수준을 갖는 것(a mortality advantage)으로 알려져 있음(예, Aldridge et al. 2018)
 - 동시에 우리나라의 사망력은 세계적으로 낮은 수준이며, 평균기대수명 역시 OECD평균을 상회하여 매우 높은 수준(OECD 2017)에 있음
 - 위 사실을 종합하면, 국내로 이주한 외국인들은 우리나라 보다 상대적으로 낮은 평균기대수명을 가진 사회 출신일 가능성이 높지만, 동시에 상대적으로 건강한 특성을 갖는 이주자들의 선별성으로 인한 상쇄효과가 발생하여 한국인과 유사한 사망력을 가질 것이라고 가정해 볼 수 있음
- 요컨대, 국내 외국인 인구의 사망력 수준은 우리 전체의 사망력 수준과 동일할 것이라고 가정하고, 우리나라의 연령별 사망확률을 적용하도록 함

$$qLSUB1_{x,Foreign} = qLSUB1_x$$

$qLSUB1_x$: 연령 x세와 x+1세 사이에 사망할 확률

(4) 국제인구이동(I-O) :

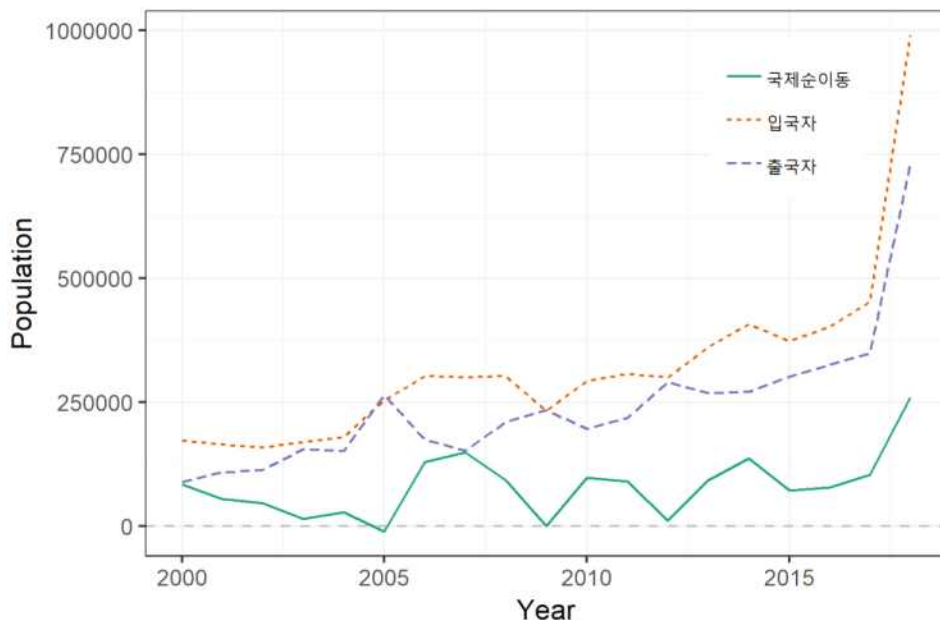
- 통계청에서 제공하는 「국제인구이동통계」 “내외국인/성/연령별 국제이동(월간, 연간)” 자료에 의하면, 국제순이동은 2006년 순유입으로 전환 후 순유입이 지속되고 있음
 - 국제순이동은 내국인과 외국인을 모두 포함하고 있으나, 내국인과 외국인을 분리하여 추계하는 이 연구에서는 분리하여 작업하기로 함
- 외국인의 국제인구이동은 그 흐름이 매우 불규칙하고 유동적이며, 국가의 외국인 정책에 의해 크게 영향을 받는다는 특성이 있어 향후 추세를 전망하기 어려움
 - 같은 이유로 통계청 역시 장래인구추계 과정에서 외국인의 국제이동 추계를 정부의 외국인 정책을 적극 반영하는 방식을 채택하고 있음

- 지난 6월 발표된 통계청 장래인구특별추계의 경우, 외국인의 순이동 규모를 추계하면서 법무부의 『제2차 외국인정책 기본계획』 연도별 체류외국인 순유입 전망치를 참고하여 성별·연령별 이동을 보다는 연도별 순이동 규모를 토대로 2030년 전후로 구분하여 중위, 고위, 저위 시나리오를 설정하여 적용함(통계청 「장래인구특별추계: 2017~2067년」 참조)
 - 2030년까지는 체류외국인 순유입 전망치의 80% 수준을 중위 가정으로 간주하고, 전망치의 100%와 60% 수준을 각각 고위와 중위로 간주함
 - 2031년 이후에는 2008~2017년 자료를 토대로, 정주 목적 입국자 평균 규모, 전체 체류자격 국제순이동 평균 규모, 그 둘의 차이 수준을 각각 중위, 고위, 저위 수준으로 가정함
- 법무부는 지난 2018년 『제3차 외국인정책 기본계획』 을 발표하였으나, 체류외국인 순유입 전망치에 관한 내용을 확인할 수 없음
 - 동시에 통계청의 장래인구추계 보도자료 역시 과거 법무부의 체류외국인 순유입 전망치를 어떻게 반영했는지에 관해 구체적인 설명이 없음
- 결과적으로 통계청에서 최근 장래인구추계를 위해 『제2차 외국인정책 기본계획』 을 토대로 작성한 외국인의 국제인구이동 추계를 그대로 적용함

$$ILSUB1_{x,Foreign} = ILSUB1_{x,s}$$

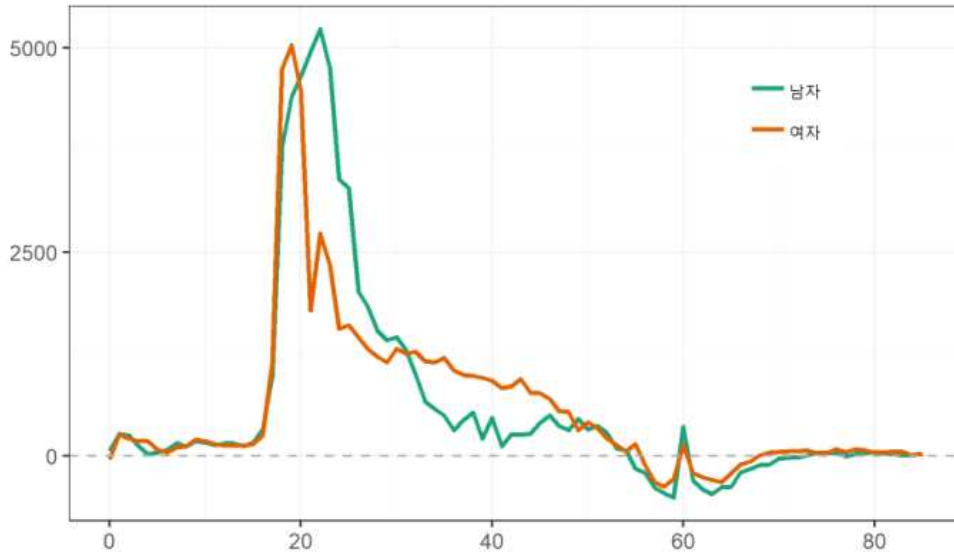
$ILSUB1_{x,s}$: 통계청 장래인구추계, 연령 x세와 x+1세 사이 외국인 순유입 인구

<그림 8.5> 외국인(90일 이상 체류)의 국제순이동, 입국과 출국



자료: 국제인구이동통계(2019)

<그림 8.6> 외국인의 성 및 연령별 국제 순이동, 2017

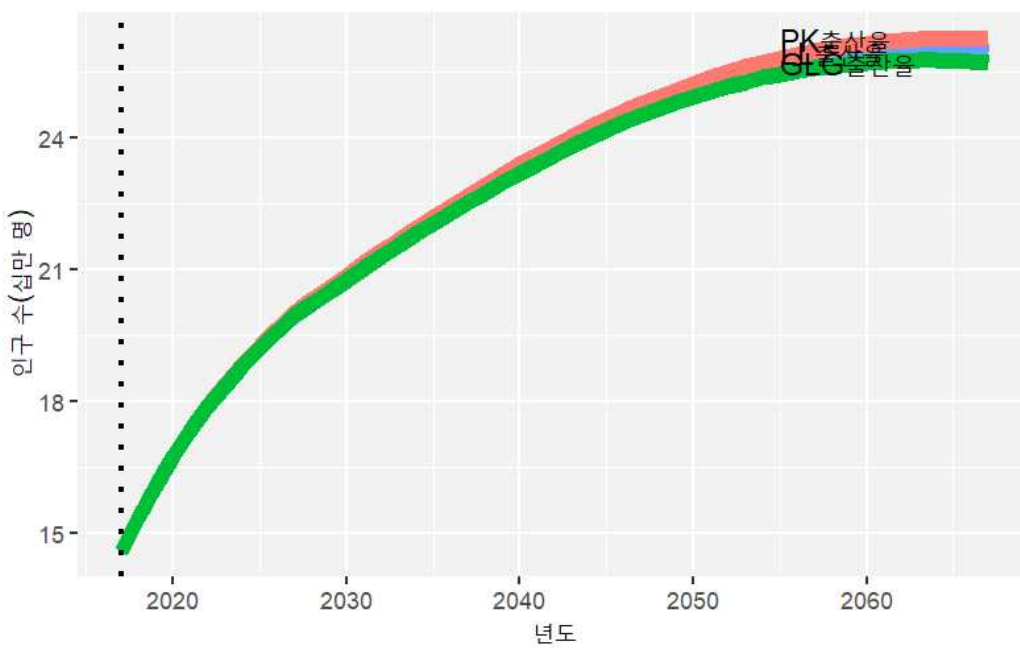


자료: 국제인구이동통계(2019)

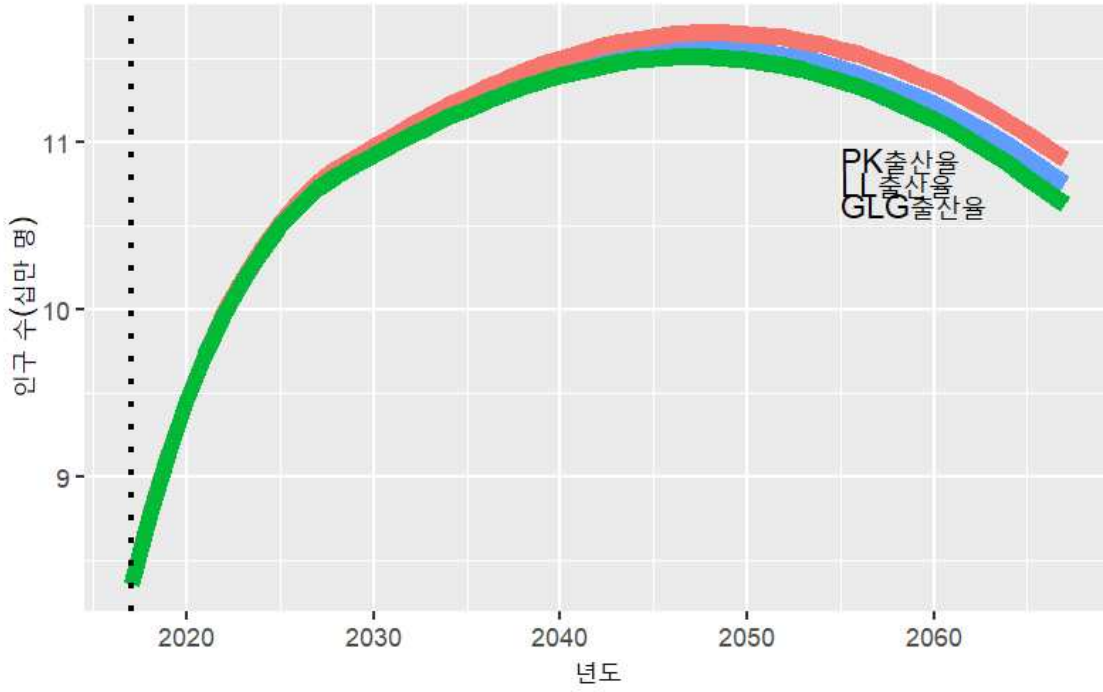
바. 추계 결과

(1) 설명 변수를 고려하지 않았을 경우

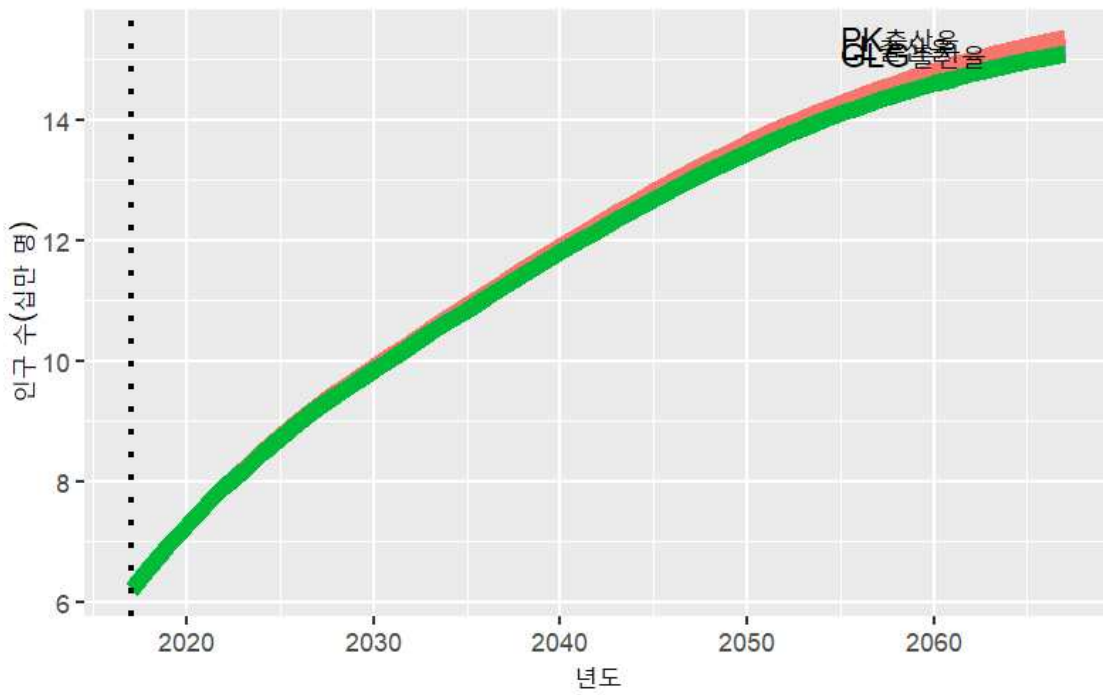
(가) 전체 인구



(나) 남자 인구

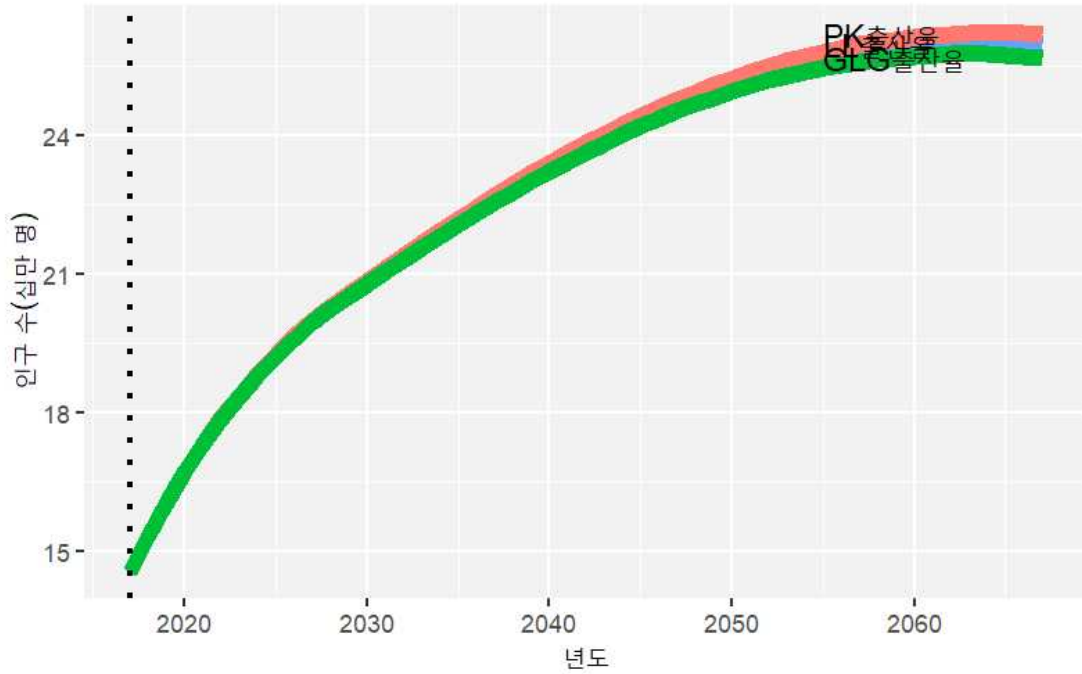


(다) 여자 인구

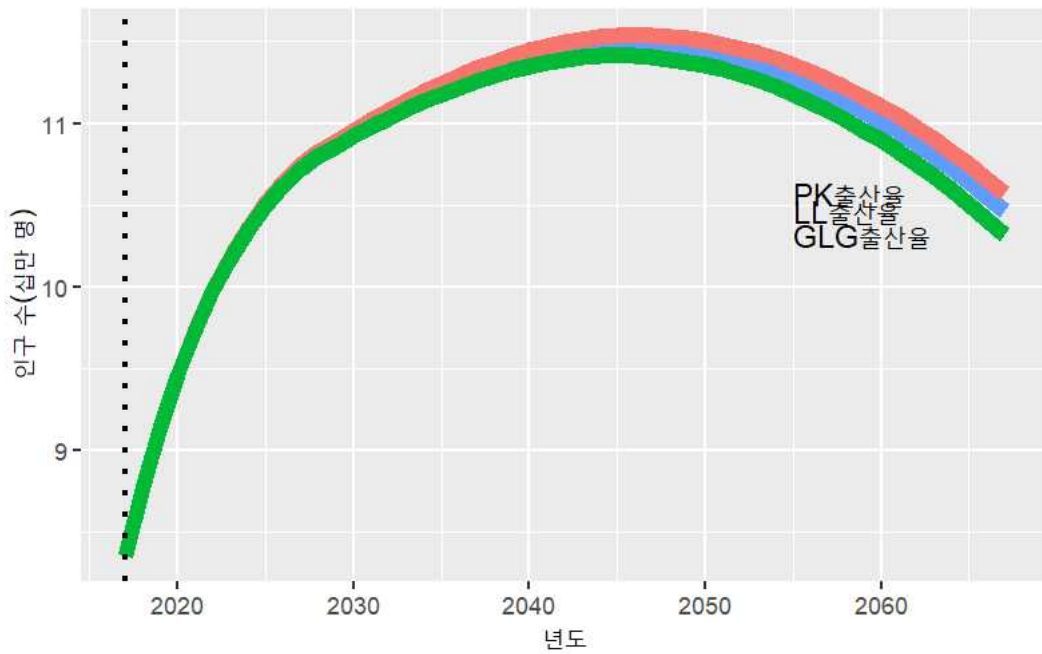


(2) 설명 변수를 고려할 경우

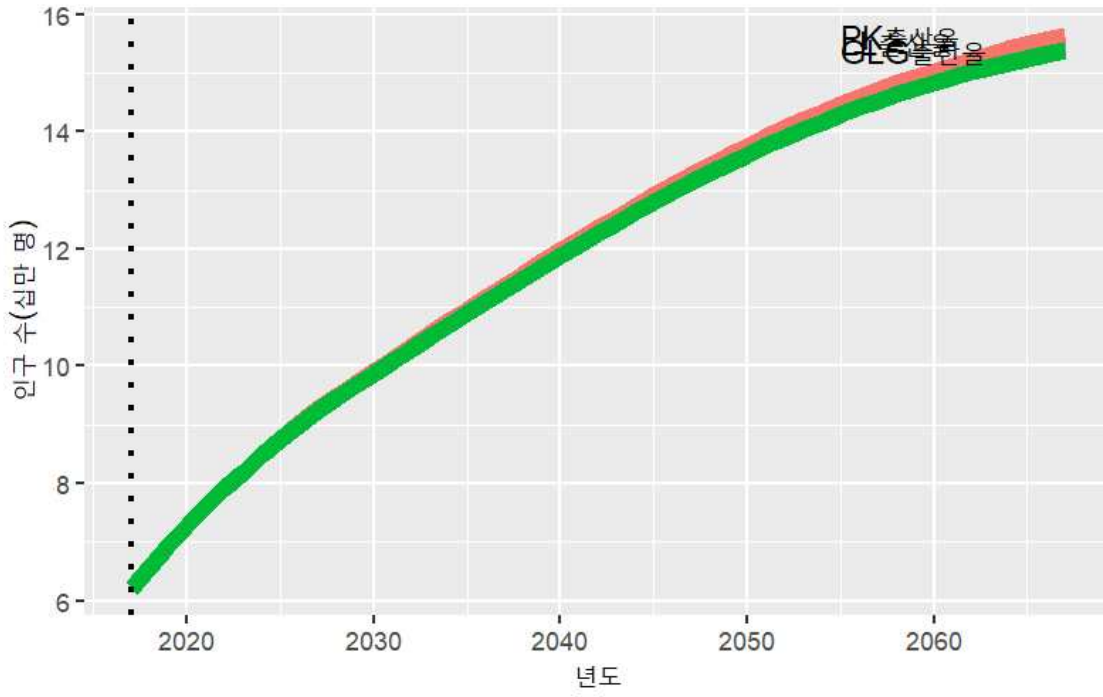
(가) 전체 인구



(나) 남자 인구



(다) 여자 인구



9. 시사점 및 향후 연구 방향

- 이 연구에서는 4개월의 연구 기간 동안 국내거주 내국인, 국외거주 내국인, 국내거주 외국인에 대한 추계를 실시하였으며, 그 연구 성과도 적지 않으나 다양한 부분에서 개선의 여지가 있음
- 무엇보다 국내거주 내국인에 대한 추계를 진행할 때 다양한 자료를 발굴하여 평가하고 활용한 것이 연구성과라 할 수 있으나, 이 부분에서도 여전히 더해져야 할 연구들이 있어 이를 간략하게 제시하고자 함
 - 무엇보다 이 연구에서는 2017년 대선 자료를 활용하여 외국거주 내국인을 빼주는 전략을 취하였으나 이에 대한 좀 더 심도있는 연구가 진행되어, 예를 들어 그 이전 선거 자료를 사용할 때 어떤 결과가 나오는지도 살펴볼 필요가 있음
- 출산율 추계에서 3가지 모형을 살펴보고 적용한 점에서 이전 연구들에 비해 차별점이 있으나, 30~40대의 출산율 증가가 출산연령의 증가로 인한 것이며, 최근에는 이 또한 감소하고 있다는 점을 만족스럽게 모형화하지 못했다는 한계가 있어 이를 극복하는 연구가 필요
- 사망률 추계 모형으로 LLG모형을 활용하였다는 점에 연구의 의의가 있으나, 이 모형이 한국 상황에 적합한가에 대한 의문이 제기되어 좀 더 현실적합성이 있는 모형 개발이 필요한 것으로 판단되며, 또한 추계 자료도 2000년 이후의 자료를 사용하였으나 그 이전 자료로 확장할 수 있는 방법 개선이 필요
- 인구이동의 경우도 최근 5년간의 자료만을 사용하여 최솟값과 최댓값을 뺀 나머지로 평균을 취하여 추계하였으나, 인구이동이 일정할 것이라고 가정하는 것은 비판의 소지가 많으므로 이를 개선하는 연구 방법 개발이 시급
- 국외거주 내국인의 경우도 일정 비율을 설정한 후 국내거주 내국인 추계가 확정되면, 그 비율을 곱하는 방식으로 진행되었으나, 그 비율이 일정할 것이라고 믿기는 어려움
 - 그럼에도 불구하고 국외거주 내국인의 출산율, 사망률, 국제이동을 추정하는 것은 자료의 문제가 있어 향후 이 부분에 대한 연구가 얼마나 큰 성과를 낼 것인가에 따라 추계의 질이 달라질 것으로 보임
- 국내거주 외국인의 경우도 다양한 부분에서 자료의 한계로 인해 출산율이 한국인의 출산율에 일정 비율을 유지할 것이라는 가정과 사망률이 같다는 가정을 활용하여 추계하였으나, 이러한 가정들을 평가하고 재설정하는 작업들이 필요한 것으로 판단

- 무엇보다 외국인의 사망률이 한국인의 사망률과 같은 것이라는 가정에 대한 다양한 연구가 필요
- 이러한 한계들에도 불구하고, 이 연구는 국내거주 내국인을 추계함으로써 국회의 재정 및 세금 계산에 필요한 인구 수를 추계한 첫 연구라는 점에서 커다란 의의를 지님

<부표 1> 2017년 외국인 연령별 인구의 추정: 남성

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
85	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	63
84	0.0003	0.0006	0.0006	0.0003	0.0002	195
83	0.0004	0.0009	0.0009	0.0004	0.0001	100
82	0.0007	0.0014	0.0014	0.0007	0.0003	237
81	0.0010	0.0020	0.0020	0.0010	0.0003	228
80	0.0014	0.0028	0.0028	0.0014	0.0004	360
79	0.0019	0.0038	0.0038	0.0019	0.0005	408
78	0.0024	0.0049	0.0048	0.0024	0.0005	431
77	0.0030	0.0061	0.0060	0.0030	0.0006	498
76	0.0037	0.0075	0.0074	0.0037	0.0007	587
75	0.0045	0.0090	0.0090	0.0045	0.0008	648
74	0.0053	0.0106	0.0106	0.0053	0.0008	657
73	0.0061	0.0122	0.0122	0.0061	0.0008	668
72	0.0069	0.0138	0.0138	0.0069	0.0008	664
71	0.0080	0.0161	0.0160	0.0080	0.0011	944
70	0.0096	0.0193	0.0192	0.0096	0.0016	1,332
69	0.0120	0.0240	0.0239	0.0120	0.0024	1,969
68	0.0144	0.0288	0.0287	0.0143	0.0024	1,998
67	0.0175	0.0350	0.0348	0.0174	0.0031	2,565
66	0.0222	0.0445	0.0443	0.0221	0.0047	3,940
65	0.0278	0.0555	0.0553	0.0276	0.0055	4,594
64	0.0346	0.0691	0.0688	0.0344	0.0068	5,640
63	0.0427	0.0854	0.0850	0.0425	0.0081	6,759
62	0.0519	0.1039	0.1034	0.0516	0.0092	7,662
61	0.0633	0.1267	0.1261	0.0630	0.0113	9,449
60	0.0754	0.1511	0.1503	0.0750	0.0121	10,084
59	0.0871	0.1747	0.1738	0.0867	0.0117	9,758
58	0.1005	0.2017	0.2006	0.1000	0.0133	11,096
57	0.1142	0.2293	0.2281	0.1136	0.0136	11,355
56	0.1263	0.2540	0.2527	0.1257	0.0121	10,110
55	0.1437	0.2893	0.2878	0.1429	0.0172	14,411
54	0.1546	0.3118	0.3101	0.1538	0.0109	9,113
53	0.1682	0.3396	0.3378	0.1673	0.0135	11,259

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
52	0.1881	0.3806	0.3786	0.1871	0.0197	16,501
51	0.2060	0.4180	0.4157	0.2049	0.0178	14,910
50	0.2236	0.4548	0.4523	0.2224	0.0175	14,595
49	0.2392	0.4878	0.4850	0.2379	0.0155	12,939
48	0.2527	0.5166	0.5137	0.2513	0.0135	11,266
47	0.2691	0.5518	0.5486	0.2676	0.0163	13,595
46	0.2858	0.5879	0.5845	0.2842	0.0166	13,854
45	0.3033	0.6263	0.6226	0.3016	0.0174	14,562
44	0.3212	0.6661	0.6621	0.3195	0.0178	14,908
43	0.3386	0.7050	0.7008	0.3367	0.0173	14,420
42	0.3567	0.7462	0.7416	0.3547	0.0180	15,014
41	0.3738	0.7857	0.7808	0.3717	0.0170	14,213
40	0.3917	0.8277	0.8225	0.3895	0.0178	14,885
39	0.4119	0.8757	0.8702	0.4096	0.0200	16,748
38	0.4317	0.9239	0.9180	0.4293	0.0197	16,448
37	0.4548	0.9814	0.9749	0.4522	0.0230	19,176
36	0.4803	1.0467	1.0398	0.4776	0.0254	21,221
35	0.5057	1.1138	1.1063	0.5029	0.0253	21,104
34	0.5343	1.1923	1.1840	0.5313	0.0285	23,784
33	0.5660	1.2834	1.2743	0.5629	0.0316	26,409
32	0.5994	1.3844	1.3744	0.5962	0.0332	27,760
31	0.6354	1.5008	1.4896	0.6320	0.0359	29,958
30	0.6710	1.6252	1.6127	0.6676	0.0355	29,695
29	0.7114	1.7800	1.7658	0.7079	0.0403	33,663
28	0.7498	1.9448	1.9287	0.7462	0.0383	32,039
27	0.7863	2.1235	2.1053	0.7828	0.0366	30,600
26	0.8227	2.3304	2.3095	0.8193	0.0365	30,482
25	0.8573	2.5664	2.5423	0.8541	0.0348	29,071
24	0.8875	2.8196	2.7919	0.8845	0.0304	25,360
23	0.9128	3.0886	3.0567	0.9101	0.0257	21,453
22	0.9326	3.3558	3.3195	0.9302	0.0200	16,744
21	0.9468	3.6003	3.5598	0.9447	0.0145	12,114
20	0.9577	3.8344	3.7897	0.9558	0.0111	9,281

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
19	0.9643	4.0071	3.9591	0.9626	0.0068	5,649
18	0.9678	4.1124	4.0623	0.9662	0.0036	3,016
17	0.9694	4.1654	4.1143	0.9679	0.0017	1,410
16	0.9706	4.2040	4.1522	0.9690	0.0012	982
15	0.9718	4.2481	4.1954	0.9703	0.0013	1,077
14	0.9728	4.2835	4.2300	0.9713	0.0010	833
13	0.9739	4.3256	4.2712	0.9725	0.0011	954
12	0.9750	4.3689	4.3137	0.9736	0.0011	944
11	0.9762	4.4178	4.3616	0.9748	0.0012	1,019
10	0.9774	4.4715	4.4142	0.9761	0.0013	1,065
9	0.9787	4.5325	4.4739	0.9775	0.0014	1,146
8	0.9800	4.5974	4.5374	0.9788	0.0014	1,147
7	0.9817	4.6875	4.6256	0.9806	0.0018	1,479
6	0.9836	4.7979	4.7336	0.9826	0.0020	1,646
5	0.9856	4.9285	4.8613	0.9846	0.0021	1,733
4	0.9881	5.1190	5.0474	0.9872	0.0026	2,166
3	0.9909	5.3827	5.3049	0.9901	0.0029	2,410
2	0.9937	5.7541	5.6671	0.9931	0.0030	2,500
1	0.9968	6.4518	6.3461	0.9965	0.0034	2,833
0	1.0000			1.0000	0.0035	2,925
전체						845,488

주: 반올림으로 인해 외국인 남성의 각 연령별 합계(845,488명)가 추정인구 합계(845,487명)와 다름

<부표 2> 2017년 외국인 연령별 인구의 추정: 여성

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
85	0.0003	0.0007	0.0006	0.0003	0.0003	202
84	0.0007	0.0015	0.0015	0.0007	0.0004	249
83	0.0014	0.0028	0.0027	0.0013	0.0006	387
82	0.0019	0.0038	0.0038	0.0019	0.0005	331
81	0.0028	0.0056	0.0054	0.0027	0.0008	524
80	0.0037	0.0074	0.0073	0.0036	0.0009	574
79	0.0050	0.0099	0.0097	0.0049	0.0012	750
78	0.0065	0.0130	0.0127	0.0064	0.0015	940
77	0.0078	0.0157	0.0153	0.0077	0.0013	812
76	0.0092	0.0184	0.0180	0.0090	0.0013	835
75	0.0105	0.0211	0.0206	0.0103	0.0013	806
74	0.0122	0.0243	0.0238	0.0119	0.0016	984
73	0.0138	0.0277	0.0271	0.0135	0.0016	1,023
72	0.0154	0.0309	0.0302	0.0151	0.0016	977
71	0.0172	0.0344	0.0337	0.0168	0.0017	1,081
70	0.0194	0.0388	0.0380	0.0190	0.0021	1,329
69	0.0220	0.0439	0.0430	0.0215	0.0025	1,564
68	0.0255	0.0509	0.0499	0.0249	0.0034	2,130
67	0.0297	0.0594	0.0581	0.0291	0.0041	2,568
66	0.0349	0.0698	0.0684	0.0342	0.0051	3,180
65	0.0421	0.0843	0.0825	0.0412	0.0071	4,384
64	0.0486	0.0973	0.0953	0.0476	0.0064	3,967
63	0.0570	0.1142	0.1118	0.0558	0.0082	5,119
62	0.0677	0.1357	0.1329	0.0663	0.0105	6,529
61	0.0800	0.1603	0.1569	0.0783	0.0120	7,439
60	0.0935	0.1876	0.1837	0.0916	0.0133	8,251
59	0.1059	0.2126	0.2082	0.1037	0.0121	7,547
58	0.1207	0.2425	0.2375	0.1182	0.0145	9,009
57	0.1378	0.2774	0.2718	0.1351	0.0168	10,471
56	0.1540	0.3105	0.3042	0.1509	0.0159	9,876
55	0.1731	0.3498	0.3427	0.1697	0.0188	11,667
54	0.1872	0.3788	0.3712	0.1835	0.0138	8,570

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
53	0.2059	0.4179	0.4094	0.2019	0.0184	11,452
52	0.2302	0.4688	0.4595	0.2258	0.0239	14,833
51	0.2516	0.5142	0.5040	0.2468	0.0210	13,075
50	0.2724	0.5590	0.5480	0.2673	0.0205	12,762
49	0.2923	0.6021	0.5902	0.2868	0.0195	12,125
48	0.3086	0.6380	0.6255	0.3029	0.0161	10,013
47	0.3275	0.6802	0.6669	0.3216	0.0187	11,618
46	0.3464	0.7227	0.7087	0.3402	0.0186	11,560
45	0.3665	0.7687	0.7539	0.3600	0.0198	12,328
44	0.3843	0.8102	0.7946	0.3777	0.0176	10,947
43	0.4016	0.8512	0.8350	0.3948	0.0171	10,660
42	0.4166	0.8872	0.8704	0.4096	0.0148	9,226
41	0.4308	0.9219	0.9045	0.4237	0.0141	8,759
40	0.4452	0.9573	0.9393	0.4379	0.0142	8,826
39	0.4604	0.9957	0.9771	0.4531	0.0151	9,403
38	0.4750	1.0329	1.0137	0.4675	0.0144	8,978
37	0.4909	1.0745	1.0546	0.4833	0.0158	9,843
36	0.5092	1.1234	1.1027	0.5015	0.0182	11,328
35	0.5299	1.1800	1.1585	0.5221	0.0206	12,787
34	0.5511	1.2400	1.2176	0.5433	0.0212	13,151
33	0.5740	1.3071	1.2837	0.5661	0.0229	14,222
32	0.5988	1.3826	1.3581	0.5909	0.0247	15,382
31	0.6253	1.4674	1.4417	0.6174	0.0266	16,512
30	0.6553	1.5692	1.5421	0.6475	0.0301	18,702
29	0.6878	1.6877	1.6591	0.6802	0.0327	20,325
28	0.7217	1.8225	1.7922	0.7144	0.0342	21,246
27	0.7583	1.9843	1.9521	0.7513	0.0369	22,971
26	0.7907	2.1467	2.1128	0.7843	0.0329	20,470
25	0.8240	2.3385	2.3026	0.8182	0.0339	21,080
24	0.8536	2.5383	2.5006	0.8484	0.0302	18,762
23	0.8809	2.7593	2.7198	0.8764	0.0280	17,411
22	0.9059	3.0082	2.9670	0.9021	0.0258	16,013
21	0.9273	3.2771	3.2344	0.9242	0.0221	13,735

연령	2015누적분포	2015변환값	2017변환값	2017누적분포	2017분포	2017추정인구
20	0.9465	3.5932	3.5492	0.9441	0.0199	12,368
19	0.9576	3.8325	3.7879	0.9557	0.0116	7,215
18	0.9627	3.9639	3.9190	0.9611	0.0053	3,316
17	0.9648	4.0210	3.9761	0.9632	0.0021	1,319
16	0.9662	4.0631	4.0181	0.9647	0.0015	926
15	0.9675	4.1035	4.0585	0.9660	0.0014	853
14	0.9687	4.1409	4.0958	0.9673	0.0012	762
13	0.9699	4.1828	4.1377	0.9686	0.0013	821
12	0.9711	4.2223	4.1772	0.9698	0.0012	745
11	0.9723	4.2656	4.2205	0.9710	0.0013	784
10	0.9736	4.3133	4.2682	0.9724	0.0013	827
9	0.9749	4.3669	4.3218	0.9738	0.0014	885
8	0.9766	4.4363	4.3913	0.9755	0.0017	1,080
7	0.9783	4.5143	4.4694	0.9774	0.0018	1,130
6	0.9804	4.6140	4.5692	0.9795	0.0021	1,324
5	0.9827	4.7404	4.6959	0.9819	0.0024	1,504
4	0.9854	4.9144	4.8704	0.9848	0.0029	1,789
3	0.9889	5.1918	5.1489	0.9885	0.0037	2,287
2	0.9927	5.6037	5.5631	0.9924	0.0039	2,425
1	0.9966	6.3724	6.3384	0.9965	0.0041	2,559
0	1.0000			1.0000	0.0035	2,193
전체						621,692

주: 반올림으로 인해 외국인 여성의 각 연령별 합계(621,692명)가 추정인구 합계(621,691명)와 다름

참고문헌

- 계봉오. (2013). 제1장. 출산과 재생산. 계봉오·김중백·김현식·이민아·이상림·조영태, 인구나 보건의 사회학: 건강한 사회를 위하여. 다산출판사. pp. 3-20.
- 권태환·김두섭. (2011). 인구의 이해. 서울대학교 출판문화원.
- 기획재정부. (2017). 2016 ~ 2025 8대 사회보험 중기재정추계 결과 및 2016년 자산운용실적 발표 보도자료.
- 김현식. (2013). 제3장. 사망률변천과 차별사망률. 계봉오·김중백·김현식·이민아·이상림·조영태, 인구나 보건의 사회학: 건강한 사회를 위하여. 다산출판사. pp. 39-60.
- 김현식. (2017). 전문가 판단법을 활용한 출산력 추계. 통계연구, 22(2), 1-25.
- 김현식·계봉오·김현태. (2016). 장래인구추계 출산력·사망력 추계방법 개선 연구. 통계청연구보고서. 한국인구학회·통계청
- 김현식·우해봉·안재혁. (2017). 교육수준별 장래인구추계 개발. 동국대학교 산학협력단·통계청.
- 박유성·김기환·김성용. (2010). 우리나라 공식인구의 신뢰성 및 문제점에 대한 고찰. 조사연구, 11(2), 71-95.
- 박유성·김미리·김성용. (2013). 확률적 출산율 모형과 한국의 미래인구 구조. 조사연구, 14(3), 49-78.
- 박유성·이선미. (2017). 2015 등록센서스와 장래인구추계의 신뢰성에 대하여. 조사연구, 18(2), 1-37.
- 법무부. (2018). 제3차 외국인정책 기본계획 (2018년 ~ 2022년). 법무부.
- 법무부·통계청. (2018). 2018년 이민자 체류실태 및 고용조사 지침서. 법무부·통계청.
- 서우석·이명진. (2008). 주민등록자료와 인구주택총조사의 연령별 비교에 관한 연구. 조사연구, 9(3), 23-53.
- 양경진·김형석. (2008). 행정자료를 이용한 외국인 추계방법 개발. 통계개발원.
- 양경진. (2009). 제3장 인구주택총조사 외국인 조사방법 개선. 2009 상반기 연구보고서 제Ⅱ권, pp. 1-58. 통계개발원.
- 우해봉·양지윤·조성호·안형석. (2016). 인구추계 방법론의 현황과 평가. 한국보건사회연구원.
- 전광희·김태현·조영태. (2005). 장래인구추계를 위한 출산·사망 예측모형의 개발에 관한 연구. 통계청·인구학회.
- 중앙선거관리위원회. (2017). 제19대 대통령선거총람 (2017.5.9. 시행). 경기: 중앙선거관리위원회.
- 통계청. (2017a). 2015~2065 장래인구추계: 2016년 12월 추계. 대전: 통계청.
- 통계청. (2017b). 2015-2045 장래인구추계 시도편: 2017년 6월 추계. 대전: 통계청.
- 통계청. (2018) 사망원인통계 통계정보 보고서. 대전: 통계청.
- 통계청. (2019a). 각종 통계 자료. kosis.kr
- 통계청. (2019b). 장래인구특별추계: 2017~2067년. 통계청.
- Aldridge, R.W. et al. (2019) Global patterns of mortality in international migrants: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 392:2553-66.
- Baker, B. (2018). Population estimates - Illegal alien population residing in the United States: January 2015." Office of Immigration Statistics, U.S. Department of Homeland Security.
- Bijak, J. and Wisniowski, A. (2010). Bayesian forecasting of immigration to selected European countries by using expert knowledge. *Journal of the Royal Statistical Society*, 173(4), 775-796.
- Billari, F. C., Graziani, R., & Melilli, E. (2012), Stochastic population forecasts based on conditional expert opinions. *Journal of Royal Statistical Society, Series A.*, 175, Part 2, 491-511.
- Cho, L.-J., Retherford, R. D., and Choe, M. K. (1986) *The Own-Children Method of Fertility Estimation* Honolulu, HI: The East-West Center.
- Jandl, M. (2004). The estimation of illegal migration in Europe. *Migration Studies*, 153, 141-155.
- Caswell, H. (2001). *Matrix population models: Construction, analysis, and interpretation*, 2nd ed.

- Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. Publishers.
- Lee, R. D., & Carter, L. R. (1992). Modeling and forecasting us mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87(419), 659 - 671.
- Lemaitre, G. and Thoreau, C. (2006). Estimating the foreign-born population on a current basis. OECD, Paris.
- Li, N. and Lee, R. (2005). Coherent mortality forecasts for a group of populations: An extension of the lee-carter method. *Demography*, 42(3), 575 - 594.
- Li, N., Lee, R., and Gerland, P. (2013). Extending the lee-carter method to model the rotation of age patterns of mortality decline for long-term projections. *Demography*, 50(6), 2037 - 2051.
- OECD. (2005). Counting immigrants and expatriates in OECD countries - a new perspective" Trends in International Migration: SOPEMI - 2004 Edition, OECD, Paris.
- Passel, J. S. and Cohn, D. (2018). U.S. unauthorized immigrant total dips to lowest level in a decade: *Pew Research Center*. November 27, 2018. https://www.pewhispanic.org/wp-content/uploads/sites/5/2019/03/Pew-Research-Center_U-S-Unauthorized-Immigrants-Total-Dips_2018-11-27.pdf
- Preston, S. H., Heuveline, P., & Guillot, M. (2001). *Demography: Measuring and modeling population processes*. Malden, MA: Blackwell Publishers Inc.
- Smith, K., E., & Favreault, M., M. (2013). A primer on modeling income in the near term, version 7 (MINT7). Washington, D.C.: The Urban Institute.
- United Nations. (1983). *Manual X: Indirect Techniques for Demographic Estimation*. Department of International Economic and Social Affairs. Population Studies. No 81.
- Van Hook, J., Zhang, W., Bean, F. D., & Passel, J. S. 2006. Foreign-born emigration: A new approach and estimates based on matched CPS files. *Demography*, 43(2), 361-38